

El aprendizaje tecnológico y la construcción de capacidades en países en desarrollo

Autor: Dr. Rodrigo Ortega Rangel

Docente investigador independiente.

Doctor en Administración, por la UASLP.

Correo electrónico: rodrigoortegar@gmail.com

Resumen

En este ensayo se presentan las bases teóricas sobre el aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas a nivel de las empresas en países en desarrollo. Un avance sustancial en la comprensión del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en el contexto de los países en desarrollo, ha sido el uso de taxonomías (Lall 1992; Bell y Pavitt 1995).

Inicialmente se hace una breve revisión de algunos estudios que contribuyeron a establecer las principales premisas de dicha literatura, lo cual define las bases para entender el rol jugado por el aprendizaje en el proceso de construcción de capacidades tecnológicas en las empresas; se examinan los enfoques del aprendizaje tecnológico y de las capacidades tecnológicas, los tipos de capacidades, el proceso de construcción, las formas de aprendizaje tecnológico y finalmente se compendian los principales puntos de consenso relevantes entre los autores para aproximarse al problema que se aborda en este estudio.

Palabras clave: Aprendizaje Tecnológico, Capacidades Tecnológicas.

Abstract

In this paper the theoretical basis of learning and technological capacity building at the level of enterprises in developing countries are presented. Substantially in understanding the process of accumulation of technological capabilities in the context of developing countries advance has been the use of taxonomies (Lall 1992; Bell and Pavitt 1995). Initially a brief review of some studies that helped establish the main premises of this literature is made, which defines the basis for understanding the role played by learning in the process of building technological capabilities in firms; approaches of technological learning and technological capabilities are examined, the types of capabilities, the construction process, forms of technological learning and finally the main relevant points of consensus are summarized among the authors to approach the problem addressed in this study.

Keywords: Learning Technology, Technological Capabilities.

Antecedentes

Al final de la década de los setenta, existía la idea bastante difundida, de que los países en desarrollo eran puramente receptores pasivos de la tecnología¹ avanzada del mundo

¹ Por tecnología: entenderemos el conjunto de conocimientos que son incorporados al sistema productivo para el control y mejoramiento de las actividades de gestión y organización del trabajo, de diseño, de producción y comercialización de un bien o servicio.

industrializado. Esta postura fue desafiada vigorosamente por una serie de estudios empíricos sobre los procesos de aprendizaje y la adquisición de ciertas capacidades tecnológicas al nivel de empresa. Dichos estudios documentaron una vasta evidencia empírica que mostraba que el conocimiento tecnológico no es fácil de imitar ni transferir entre empresas, porque tal conocimiento es tácito y acumulativo. Esto condujo a la comprensión de que la transferencia de tecnología sólo se podría hacer efectiva cuando las empresas receptoras vinculaban los procesos de transferencia con procesos de aprendizaje y desarrollo de capacidades internas.

Lall (1987), señala que la empresa que aplica una tecnología importada por primera vez, aun cuando se trata de un cuerpo de conocimiento muy difundido en el mundo desarrollado, requiere aprender y desplegar un esfuerzo consciente. Más aún, ninguna tecnología puede ser aplicada en una forma completamente dada: siempre son necesarios cambios para satisfacer las escalas, las materias primas, el clima, las habilidades y las necesidades de los mercados locales.² Después que se hacen estos cambios iniciales a la tecnología de producción, la productividad puede incrementar a lo largo del tiempo mediante la introducción de innovaciones ‘menores’ de varios tipos a dicha tecnología. Entonces la tecnología misma puede ser modificada. Esto se puede hacer de varias maneras: importando el *saber-cómo* y el equipo requerido, importando sólo el equipo o el *saber-cómo* (y produciendo el otro en el país o en la empresa), o haciéndolo todo en el país o la empresa. Una vez más, se requiere de esfuerzo para innovar, copiar o seleccionar la tecnología correcta y asimilarla.

En este aspecto Kim (1997), afirma que “la tecnología puede ser transferida a una empresa desde el exterior, o mediante la difusión local, pero no así la habilidad para usarla efectivamente. Esta habilidad sólo se puede adquirir por el esfuerzo tecnológico interno”.

La evolución en el uso de los conceptos de aprendizaje y acumulación de capacidades hasta convertirse en un marco para el análisis de la construcción de capacidades tecnológicas en los países en desarrollo, fue alimentada de manera importante por los resultados de dos grandes proyectos llevados a cabo entre finales de los 70s y comienzos de los 80s. El primer proyecto

² Para Lall (1995), gran parte de la bibliografía tradicional, teórica y empírica, ha pasado por alto la necesidad de estudiar la actividad tecnológica y su producción en los países en desarrollo. En la teoría neoclásica se prescinde de ese problema y en la teoría del comercio internacional se considera que la tecnología es de libre acceso para todos los países y empresas.

fue el “Programa de Investigación en Ciencia y Tecnología”, financiado por IDB/ECLA, el cual se basó en investigación comparativa al nivel de empresa de la industria metalmecánica de seis países latinoamericanos. El segundo, financiado por el World Bank se tituló “La adquisición de capacidades tecnológicas”. Este proyecto, a diferencia del primero que solo incluyó países de América Latina, también incluyó un conjunto de estudios al nivel de empresas de India y Corea del Sur.

Estos estudios mostraron que muchas empresas de países en desarrollo han experimentado importantes procesos de aprendizaje tecnológico. En el caso de Latino América, los estudios de Katz (1986), y sus colaboradores, ofrecieron evidencia de que hubo significativos procesos de aprendizaje en empresas de las industrias metalmecánica. Los resultados de dichos estudios mostraron diferencias por tipo de empresa, naturaleza del proceso de producción y estructura de mercado. Sin embargo, la gran aportación de este programa de investigación fue proporcionar evidencia de que las empresas en los países en desarrollo no eran simples receptores de la tecnología. El análisis mostró que las empresas Latino Americanas habían aprendido y construido capacidades tecnológicas. Más aún, las empresas no solo fueron capaces de asimilar y adaptar la tecnología transferida desde los países centrales, sino de mejorarla e incluso de exportar tecnología en algunos casos.

Los estudios empíricos dieron la pauta para la subsecuente evolución del marco de análisis para el estudio de la construcción de capacidades tecnológicas en de países en desarrollo. Lall (1992), y más tarde Bell y Pavitt (1995) partiendo de la propuesta del primero, presentaron una taxonomía de capacidades tecnológicas³ en las empresas, basada en las principales capacidades tecnológicas de estas por función técnica.

Definición de aprendizaje, relación aprendizaje-conocimiento

De acuerdo con autores como Bell (1984); Villavicencio (1990); Pirela et al. (1991); Villavicencio y Arvanitis (1994); Dutrénit (2000a); Vera-Cruz (2000), el aprendizaje se define

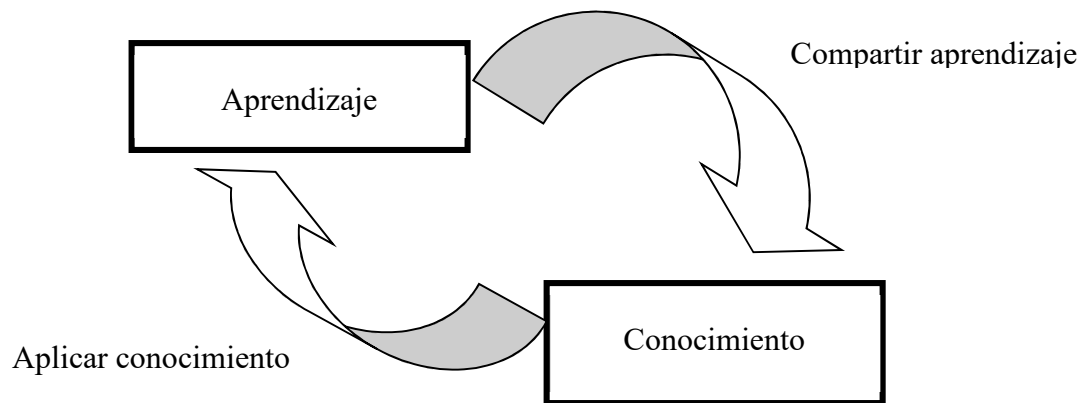
³ La taxonomía de Bell y Pavitt (1993, 1995) clasifica las principales capacidades tecnológicas a partir de cuatro funciones técnicas: dos básicas y dos de apoyo. Las primeras son: i) actividades de inversión y ii) actividades de producción. Las dos funciones de apoyo son i) el desarrollo de vínculos con empresas e instituciones y ii) la producción de bienes de capital. Los niveles de capacidades tecnológicas se definen por el grado de dificultad de las actividades. Estas van desde los niveles más básicos de las capacidades de producción rutinaria, hasta tres niveles (básico, intermedio y avanzado) de profundidad de las capacidades de innovación.

como el proceso a través del cual las empresas crean conocimiento y adquieren capacidades tecnológicas.

En tanto que Teece et al. (1994), lo definen como un proceso que envuelve repetición y experimentación, lo cual hace posible realizar las tareas mejor y más rápido, e identificar nuevas oportunidades de producción.

De esta manera, el aprendizaje es un proceso y el conocimiento un resultado del aprendizaje. El conocimiento es fruto de procesos de aprendizaje, y la aplicación del conocimiento retroalimenta los procesos de aprendizaje (Figura 1).

Figura 1 Aprendizaje y conocimiento



Fuente: Dutrénit y Flores (2001)

El conocimiento es percibido como un activo de la empresa, a partir del cual se refuerzan los procesos de aprendizaje y de construcción de nuevo conocimiento.⁴

Niveles de aprendizaje

Algunos autores distinguen tres niveles: individual, grupal y organizacional. Otros diferencian analíticamente entre el individual y el organizacional. El aprendizaje tecnológico tiene lugar a dos niveles: individual y organizacional.

⁴ En el debate sobre la “Creación organizacional del conocimiento (Nonaka y Takeuchi) y el desarrollo de “capacidades tecnológicas” (Bell y Pavitt, 1995), destacan varias nociones y aclaraciones teórico-metodológicas que permiten comprender aspectos como la diferencia entre información y conocimiento, la complementariedad entre conocimiento tácito y codificado, la noción misma de aprendizaje tecnológico, por citar algunos (ver Fransan, 1994; Senker, 1995; Pirela et al., 1993; Villavicencio y Salinas, 2002).

Simon (1996)⁵, señala que "todo aprendizaje tiene lugar primero a nivel individual, dentro de las cabezas de los individuos; una organización aprende sólo en dos formas:

- (i) por el aprendizaje de sus miembros, o
- (ii) incorporando a miembros nuevos que tienen el conocimiento que la organización no tuvo previamente".

Así, la definición del aprendizaje, y por lo tanto el conocimiento, es en primera instancia un asunto individual. Sin embargo, el aprendizaje individual es un fenómeno social, lo que un individuo aprende depende en gran medida de lo que es sabido ya por otros miembros de la organización. De modo que, aunque el aprendizaje de la organización ocurre a través de los individuos, hay consenso de que el aprendizaje organizacional no es la suma del aprendizaje individual de los miembros de la organización.

El aprendizaje organizacional es objeto de estudio de varios autores, provenientes de diferentes disciplinas, entre los que destacan: Argyris y Schön (1978), Hedberg (1981), Fiol y Lyles (1985), Levitt y March (1988), Cohen y Levinthal (1989), Senge (1990), Garvin (1993), Dodgson (1993), Huber (1996), Nonaka y Takeuchi (1995) y Cohen y Sproull (1996), los cuales presentan varias definiciones de este concepto. Algunos de ellos se enfocan en los cambios de comportamiento, mientras que otros enfatizan las nuevas formas de pensar que se generan; algunos ponen énfasis en compartir información mientras que otros se enfocan en la construcción de visiones compartidas.

Desde la perspectiva de la teoría del comportamiento⁶

Levitt y March (1988), señalan que "las organizaciones aprenden a través de incorporar las inferencias de la historia en las rutinas que guían el comportamiento". Huber (1996), afirma que "una entidad aprende si, a través de procesar información, cambia la variedad de sus comportamientos potenciales". Debido a los procesos de especialización y

⁵ Para el autor, un aspecto central es el tratamiento que las empresas dan a la información que adquieren. Sin embargo, la información que prevalece en los mercados es incompleta e imperfecta, por lo que es imposible conocer todas las condiciones presentes y futuras del comportamiento de los mercados o de las empresas. El comportamiento de estas es por tanto heterogéneo, caracterizado por procesos limitados de selección y decisión (tecnológica, organizativa, financiera) que contribuyen a la formulación de sus trayectorias particulares.

⁶ La teoría del comportamiento trajo la teoría de la decisión, donde la empresa se ve como un sistema de decisiones, ya que todos los participantes de la empresa toman decisiones dentro de una maraña de relaciones de intercambio, que caracterizan al comportamiento organizacional.

departamentalización, las organizaciones frecuentemente no tienen conocimiento sobre todo lo que saben, por lo tanto, la construcción de una memoria organizacional es un elemento clave para el aprendizaje.

Desde la perspectiva de los estudios organizacionales y de administración

Argyris y Schön (1978), consideran que el aprendizaje organizacional comprende la detección y la corrección de errores. Ellos definen tres niveles de aprendizaje: ciclo simple, doble ciclo, y el aprendizaje deuterio (aprender a aprender), de acuerdo a la forma de discernir y corregir los errores. Dodgson (1993), describe el aprendizaje en el ámbito organizacional como "las formas en que las empresas construyen, cambian y organizan el conocimiento y las rutinas alrededor de sus actividades y dentro de sus culturas, y adaptan y desarrollan una eficiencia organizacional a través de mejorar el uso de las amplias habilidades de su fuerza de trabajo". Este autor señala que es importante no sólo lo que una empresa sabe o las habilidades que posee, sino cómo los usa.

Desde la perspectiva de la literatura académica sobre administración estratégica de la tecnología

Los autores que analizan las características de una "organización que aprende" han contribuido a la conceptualización del aprendizaje organizacional.

Senge (1990), definió y popularizó la noción de organizaciones que aprenden como "lugares donde la gente amplía continuamente su capacidad para crear los resultados que ellos desean sinceramente, donde se alimentan nuevos y expansivos patrones de pensamiento, donde la aspiración colectiva se establece libremente, y donde la gente está aprendiendo continuamente cómo aprender". El autor sugiere cinco conjuntos de características, llamadas tecnologías componentes, para lograr este resultado: pensamiento sistémico, maestría personal, modelos mentales, visión compartida y aprendizaje en equipos. Basado en esas ideas, Garvin (1993), propuso una definición nueva de lo que es una organización que aprende, "es una organización con habilidades para crear, adquirir y transferir el conocimiento, y para modificar su comportamiento de forma de reflejar el conocimiento y las ideas nuevas. Estas organizaciones que aprenden llevan a cabo cinco actividades: la sistemática resolución de problemas, la experimentación con enfoques nuevos, el aprendizaje de su propia experiencia y de la historia pasada, el aprendizaje de las experiencias y mejores prácticas de otros, y la transferencia de

conocimiento rápida y eficientemente a través de la organización". El aprendizaje organizacional está en la base de estas actividades.

Leonard-Barton (1992a y 1995), se concentra en el análisis del proceso de construcción de capacidades tecnológicas centrales. Ella señala que para construir estas capacidades las empresas deben actuar como laboratorios de aprendizaje. Leonard-Barton (1992b), expresa que un laboratorio de aprendizaje es una organización dedicada a la creación, recolección y control del conocimiento. Es un sistema que incluye un conjunto de actividades, valores y prácticas administrativas. Ella define cuatro actividades claves: solución de problemas, integración de conocimiento interno, innovación y experimentación, e integración de flujos de información externa, cada una de las cuales es un subsistema que incluye valores y prácticas administrativas. El aprendizaje organizacional está en la base de las prácticas administrativas y los valores que permiten desarrollar las actividades claves.

Sin embargo, muchos autores asumen que el aprendizaje individual se convierte directamente en aprendizaje organizacional, y entonces discuten el aprendizaje en general, o bien asumen que es uno entre varios factores claves que se combinan para mantener, nutrir y renovar las capacidades centrales de las empresas.

Actividades de aprendizaje y fuentes de conocimiento.

La literatura utiliza diferentes categorías para evaluar los procesos de aprendizaje a nivel de las empresas:

Formas de aprendizaje. Por formas de aprendizaje la literatura se refiere a: Aprender usando, aprender de las experiencias propias, aprender de la investigación y desarrollo, aprender de la capacitación, aprender de la contratación de individuos clave, aprender de la interacción, aprender de los clientes, aprender de los competidores, aprender de la ingeniería inversa, aprender del licenciamiento y aprender de la búsqueda de información.

Actividades de aprendizaje. El concepto "**actividades de aprendizaje**" se refiere a aquellas actividades que desarrolla la empresa a través de las cuales puede aprender. Es un concepto que no supone resultados. Algunas de las actividades de aprendizaje son: Producción, ingeniería, monitoreo de experiencias internas a nivel de planta, investigación y desarrollo, adaptación, ingeniería inversa, análisis de productos de competidores, visita a establecimiento de los competidores, licenciamiento.

Mecanismos de aprendizaje. Algunos autores usan el concepto "**mecanismos de aprendizaje**", el cual supone que la empresa desarrolló una actividad y ésta funcionó, de tal forma que se convirtió en un mecanismo reconocido. Otros autores se han propuesto identificar las fuentes del conocimiento para la innovación. El conocimiento es un resultado del aprendizaje, por lo cual se concentran en los resultados.

Fuentes de conocimiento. Levin et.al (1987) y Arundel, van de Paal y Soete (1995), hacen una distinción entre las fuentes internas y externas.

Las principales fuentes internas de conocimiento, de acuerdo con estos autores, son: La investigación y desarrollo (propios), las empresas afiliadas y la capacitación. Las fuentes externas: alianzas estratégicas y acuerdos de licenciamiento, proveedores independientes de materiales, componentes, suministros y equipo, clientes independientes, institutos de investigación públicos, universidades e instituciones de educación superior, y el análisis técnico de los productos de los competidores.

Para los propósitos de este estudio, resulta más conveniente considerar las actividades de aprendizaje y las fuentes de conocimiento para la innovación.⁷

Capacidades tecnológicas⁸

El conocimiento, resultado del aprendizaje, permite crear capacidades tecnológicas, y las capacidades determinan la habilidad para hacer cosas. Por lo tanto, para analizar el concepto de capacidades tecnológicas es necesario primero analizar el concepto de conocimiento.

A continuación, se diferencia entre datos, información y conocimiento, la creación de conocimiento productivo en las empresas, la empresa como espacio de aprendizaje, la creación del conocimiento productivo, los tipos de conocimiento y su interrelación, y posteriormente se define el concepto de capacidades tecnológicas.

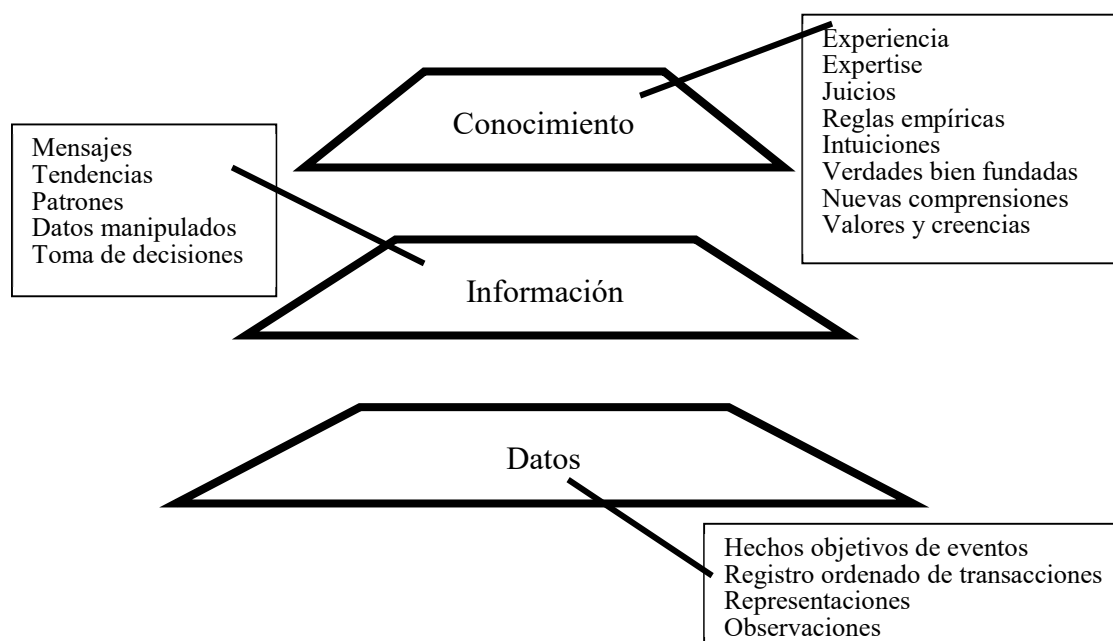
⁷ Innovación: "Es el proceso que consiste en conjugar oportunidades técnicas con necesidades, integrando un paquete tecnológico que tiene por objetivo introducir o modificar productos o procesos en el sector productivo, con su consecuente comercialización". (Cadena et. al; 1986).

⁸ La capacidad tecnológica "queda entendida como el conjunto de recursos usados para explotar el potencial de conocimientos técnicos y transformarlos en nuevas unidades de capacidad de producción -incorporando o no conocimiento técnico novedoso y mejoras existentes de capacidad de producción (donde las mejoras constituyen la solución de cuellos de botella, o la incorporación de cambios en el sistema de producción, los cuales a su vez puedan incorporar conocimiento técnico novedoso o no)". (Avalos y Viana, 1988).

Datos-información-conocimiento

El conocimiento es un concepto relacionado a los datos y la información, pero más amplio. (Figura 2).

Figura 2 Datos, información y conocimiento



Fuente: Dutrénit y Flores (2001)

Davenport y Prusak (1998), presentan una definición pragmática de conocimiento: "Conocimiento es una mezcla fluida de experiencia estructurada, valores, información contextualizada e ideas expertas que proveen una estructura para evaluar e incorporar nuevas experiencias e información. Se origina y es aplicado en la mente de los conocedores. En las organizaciones frecuentemente está incorporado no sólo en documentos sino también en rutinas organizacionales, procesos, prácticas y normas."

La creación de conocimiento productivo en las empresas

Una de las principales corrientes del pensamiento económico concibe la innovación como un proceso acumulativo resultante de las capacidades de aprendizaje tecnológico de las empresas Dosi, G. *et al.*, (1988). Sin embargo, mientras que algunos autores utilizan una noción restringida del aprendizaje tecnológico atendiendo esencialmente a los conocimientos que se derivan de las actividades realizadas por las unidades de ID, otros plantean que un conjunto de

actividades articuladas que realizan los individuos (vigía tecnológica, negociación de contratos de asistencia tecnológica, mantenimiento del equipo, capacitación, ID), conforman un comportamiento o mejor dicho un núcleo de capacidades que expresan el grado de acumulación de conocimientos tecnológicos por la empresa.

En los debates recientes sobre el problema de la innovación destaca la idea que el proceso de aprendizaje de una empresa no se puede considerar una sumatoria de los aprendizajes individuales de los actores que la componen, sino resultado de un proceso complejo de articulación de los conocimientos y las experiencias de cada individuo que en ciertas condiciones y mediante diversos mecanismos conduce al aprendizaje de la organización entera y a la creación de nuevo conocimiento. Cabe preguntarse cómo sucede y perdura el proceso de aprendizaje en las empresas y cómo es que las conduce a la innovación.

A partir del estudio del desarrollo de las técnicas A.P. Usher (1955), planteó la idea de que cuando la empresa adquiere tecnología, lleva a cabo un proceso acumulativo de elaboración de acciones y de conocimientos que le permiten utilizarla con eficiencia. Posteriormente N. Rosenberg (1976), propuso que la adopción de técnicas implica ciertas transformaciones del objeto tecnológico, por lo que se puede hablar de mejoras progresivas. En años recientes muchos economistas se han interesado por analizar el problema de las condiciones organizativas propicias al desarrollo de las innovaciones en las empresas. Hoy se asume que el aprendizaje tecnológico⁹ que llevan a cabo los individuos depende de los mecanismos de organización y coordinación de las diversas actividades de la empresa y de las relaciones que ésta mantiene con actores externos como las universidades u otras empresas.

La empresa como espacio de aprendizaje

En los últimos decenios han cobrado importancia en el debate sobre la empresa (o la firma), diversos enfoques que le otorgan un activo papel en el funcionamiento de los mercados¹⁰, en oposición a la concepción pasiva de las empresas que predominó en la primera mitad del siglo XX. De los trabajos de Simon, H. (1979), sobre los procesos de decisión en las empresas, por

⁹ Aprendizaje Tecnológico: Es un proceso dinámico que parte desde los niveles de conocimientos alcanzados a través de la adquisición de información tecnológica durante el proceso de negociación y contratación, y que se desarrolla a través de los conocimientos y destrezas adquiridas durante el montaje, puesta en marcha y operación de la planta.

¹⁰ Valga citar el neo institucionalismo, la teoría de los costos de transacción, el enfoque evolucionista, el de las convenciones y la teoría de la firma japonesa, entre otros.

ejemplo, se desprende una crítica a la concepción del mercado perfecto y al comportamiento predecible de las empresas. Para el autor, un aspecto central es el tratamiento que las empresas dan a la información que adquieren. Sin embargo, la información que prevalece en los mercados es incompleta e imperfecta, por lo que es imposible conocer todas las condiciones presentes y futuras del comportamiento de los mercados o de las empresas. El comportamiento de estas es por tanto heterogéneo, caracterizado por procesos limitados de selección y decisión (tecnológica, organizativa, financiera) que contribuyen a la formulación de sus trayectorias particulares.

Se puede agregar el postulado siguiente: las organizaciones son complejas y están compuestas por grupos de individuos con intereses diferentes, por lo que necesitan establecer principios de coordinación. Las formas de coordinación representan con el tiempo procedimientos organizacionales rutinarios, respuestas que se han revelado como eficaces y con bajo costo para la organización. Estos análisis denominados conductistas que aparecieron en los años sesenta definieron a la empresa como una entidad colectiva integrada por individuos que poseen diversos objetivos (autoestima, estatus, seguridad, poder, prestigio) además del económico. De éstos, las empresas logran satisfacer una parte mediante arbitrajes y estratificaciones jerárquicas y formas de regulación organizacional. Por su parte, A. D. Chandler explica que las empresas realizan adecuaciones estratégicas de sus formas de organización. El autor observó innovaciones organizacionales que llevan a una búsqueda de eficiencia en la distribución de los factores en las empresas. Éstas desarrollan capacidades de coordinación de sus factores y funciones que las hacen relacionarse de manera eficiente con un entorno cambiante.

Las ideas anteriores las retomaron los enfoques evolucionistas del cambio técnico. R. Nelson y S. Winter utilizaron la noción de rutinas para explicar las formas de aprendizaje en las empresas. La idea principal es que las rutinas encarnan la manera específica con la que se resolvieron los problemas en una empresa en el pasado. Estas rutinas constituyen la *competencia* de las empresas en la medida en que articulan los conocimientos y las habilidades (*know how*) de los diferentes miembros de la compañía. Las rutinas expresan el grado de acumulación del conocimiento operativo y tecnológico en una empresa.¹¹ Representan simultáneamente

¹¹ La concepción del aprendizaje de estos autores incluye las ideas de Arrow sobre las condiciones de mejora del desempeño de los trabajadores en los procesos productivos mediante el aprendizaje sobre la marcha (*learning by*

comportamientos organizacionales y técnicos y constituyen respuestas colectivas que resuelven las incertidumbres que vive la organización. Desde esta perspectiva, el aprendizaje de la empresa se considera un cambio en las rutinas, como la aparición de nuevas rutinas ante las oportunidades tecnológicas y productivas que se van presentando.

Sin embargo, para comprender los procesos de cambio en las empresas es necesario entender cómo opera el proceso de modificación de las rutinas y no únicamente sus resultados. Dicho en otras palabras: ¿cómo surgen y se expresan los aprendizajes que van mejorando y optimizando el comportamiento de las empresas? ¿Cómo se olvidan o desechan las rutinas inoperantes y cómo se establecen los mecanismos de coordinación de las diversas rutinas individuales y grupales?

Las rutinas se expresan de manera necesariamente sincrónica y no es posible estudiarlas sin comprender sus mecanismos de coordinación e interacción. Se puede decir que la empresa “aprende” en la medida en que almacena, administra y moviliza un conjunto de experiencias, habilidades y conocimientos. Como se verá más adelante, los conocimientos pueden ser de distinta naturaleza y ubicarse en diferentes ámbitos o espacios de la empresa.

Restringir por otra parte la noción de rutinas a los comportamientos productivos no permite tomar en cuenta la existencia de otro tipo de competencias susceptibles de emplearse en situaciones no previstas, de otros comportamientos, como por ejemplo los procesos de comunicación o a la relación entre actores que comparten la misma situación de trabajo en una empresa. Estos comportamientos implican dimensiones afectivas además de las técnicas o productivas. Las formas de relación entre individuos no están dadas de antemano; si bien son prescritas por la jerarquía, se construyen por medio de tensiones, arreglos y formas de cooperación. Es esta construcción lo que confiere a la empresa su dinámica organizacional interna, sus intercambios con el exterior y su posibilidad de cambio.

Desde la perspectiva sociológica, las empresas no existen o viven únicamente en función del mercado, de lo que éste dicta o sanciona. En tanto entidades organizadas, compuestas por actores sociales, las empresas desarrollan una dinámica propia que expresa los diversos intereses y expectativas de esos actores. La empresa es un sistema económico sancionado por el mercado

doing). Véase K. Arrow, “The Economic Implications of Learning by Doing”, *Review of Economic Studies*, vol. 29, 1962, pp. 155-173.

que coordina la actividad productiva de individuos, el uso de maquinaria, herramientas y técnicas de producción para contribuir a la generación de riqueza. Pero la empresa es también una organización social que engendra reglas de comportamiento, mecanismos de selección y decisión, procesos de intercambio, de socialización, en suma: formas de regulación que le confieren a su vez una dimensión institucional.

Las formas de regulación están investidas de las representaciones simbólicas, valores, expectativas y objetivos inherentes a la condición y a la historia social de cada uno de los actores que componen la organización. Es en el seno de estas formas de regulación donde surgen oportunidades de cambio. En este sentido, se considera a la empresa una organización que contribuye a la construcción de situaciones de aprendizaje. En el espacio organizacional y productivo que representa la empresa, los individuos aprenden a desempeñar sus tareas y funciones, a mejorarlas; a acatar las normas y reglas del comportamiento o a transgredirlas; a confrontar problemas productivos y construir soluciones, etcétera.

La noción de espacio de aprendizaje propuesta reviste dos dimensiones. Una se refiere al aprendizaje organizacional, relativo a la creación y modificación de reglas de comportamiento e intercambio entre los individuos, así como de las formas de coordinación de las funciones y las actividades productivas de la empresa. La segunda se refiere al aprendizaje tecnológico que comprende la adquisición, la difusión y la creación de las competencias productivas por parte de los individuos, es decir, los conocimientos, las habilidades y las experiencias prácticas que hacen posible la operación de la maquinaria y la elaboración de un producto. La creación de conocimientos productivos resulta básicamente del aprendizaje tecnológico, pero es la dimensión organizacional la que posibilita o inhibe dicho proceso. Ambos coexisten en la empresa; son componentes indisociables de su dinámica.

La creación del conocimiento productivo

Una de las ideas que han contribuido al avance del pensamiento económico sobre la innovación es la que considera a la empresa como depósito de conocimiento. Ello implica distinguir analíticamente la información del conocimiento. La primera se considera un dato o conjunto de datos estructurados, susceptibles de ser usados pero inertes, incapaces de transformarse o dar lugar a otro dato por sí mismos. El conocimiento abarca la información, se nutre de ella, pero sufre un proceso que activa y moviliza un conjunto de capacidades transformadoras que articulan la información con conocimientos preexistentes. Fransman, M. (1994).

El mundo está lleno de informaciones accesibles a diversos usuarios, los cuales al adquirirlas pueden hacerlas cobrar sentido y valor de uso específico. La misma información puede tener un uso potencial para un individuo y no tenerlo para otro. Más aún, una misma información la pueden usar dos individuos y al procesarla dar como resultado conocimientos disímiles. El conocimiento no es un simple cúmulo de informaciones almacenadas en la mente del individuo o en las divisiones de una organización. El conocimiento colectivo, por su parte, tampoco es la resultante de una sumatoria de conocimientos individuales. Se distribuye ciertamente en los diversos individuos, objetos tecnológicos y procedimientos que componen a la organización, pero es sobre todo el resultado de acciones coordinadas que lo activan y dan sentido a su función productiva.

Cada vez que un individuo recibe un dato nuevo, lo procesa mentalmente, lo relaciona y confronta con el conjunto de conocimientos que ha adquirido a lo largo de su historia personal, y así se transforma en conocimiento. De la misma manera, la información que colecta la empresa (el precio de un insumo, el anuncio de una devaluación, la aparición de una nueva tecnología o de un nuevo competidor) la difunden y procesan los individuos, se usa y entremezcla con los conocimientos que la organización posee; de este modo queda impresa en la praxis y en el devenir de la empresa.

Se ha definido la innovación como la creación colectiva de conocimiento. Se trata de un proceso que conlleva la adquisición y el tratamiento de información, su selección y difusión dentro de las unidades y departamentos de la empresa. Se trata además de un proceso de articulación de los conocimientos existentes, de su uso y reorganización pertinente en aras de transformar la dinámica productiva de la empresa. Cuando se presenta un problema productivo como los cuellos de botella o la descompostura de una máquina, las empresas suelen organizar un equipo para la búsqueda de soluciones y de esta manera pone en acción las capacidades de investigación y las competencias tecnológicas de los técnicos y los operarios. En dicha coyuntura es posible observar cómo se expresa el conocimiento colectivo, cómo se intercambian experiencias, hipótesis y nociones relativas al producto, al proceso o a la maquinaria. La solución del problema representa a fin de cuentas un conocimiento novedoso. Así aparecen muchas de las llamadas innovaciones incrementales de las empresas, es decir mejoras o modificaciones a los procesos productivos o los productos ya existentes que resultan de la combinación nueva del conocimiento acumulado por la empresa.

De lo anterior se desprende que las pautas de identificación, ordenamiento y combinación de los conocimientos de los individuos constituyen un aspecto central para resolver problemas productivos y tecnológicos. Las estrategias que orientan el aprendizaje y la innovación en las empresas entrañan, por consiguiente, procesos y dispositivos de “activación” del conocimiento acumulado por la empresa, la adquisición de conocimiento nuevo, y sobre todo su articulación para generar conocimiento nuevo.

Los tipos de conocimiento y su interrelación

El uso productivo de las tecnologías requiere movilizar las competencias de los actores de la empresa, es decir, el desempeño de habilidades, conocimientos y capacidades que han adquirido en diversos procesos de formación y socialización. Una parte de las competencias está compuesta por conocimientos codificados y se puede obtener gracias al sistema institucional de formación o mediante la lectura de manuales de operación y el uso de patentes. Otra parte de las competencias corresponde a conocimientos y saberes tácitos, no codificados. Villavicencio, D. (1990).

Los conocimientos codificados. El conocimiento codificado está compuesto por el conjunto de leyes, principios y teorías que explican de manera sistematizada la realidad. Se encuentran “objetivados” en un soporte material (un libro, una máquina, un modelo) y están disponibles mediante un lenguaje coherente e inteligible para las personas. La fortaleza del soporte material y la accesibilidad del lenguaje le confieren al mismo tiempo perennidad y reproducción. Cuando es codificado, el conocimiento se transforma en bien público, se puede difundir o adquirir en el mercado por quienes disponen de los códigos para interpretarlo, apropiárselo y usarlo.

En una empresa, los conocimientos codificados pueden existir en forma de documentos y manuales, dispositivos tecnológicos y maquinaria, y se pueden usar en todo momento sin que pierdan su forma y naturaleza. Se pueden transferir a las diferentes divisiones de la empresa sin importar su cercanía o lejanía. Sin embargo, el conocimiento codificado no constituye más que un activo fijo de las empresas, un capital disponible o accesible. Solo en la medida en que es usado y activado recupera su potencial transformador.

Los conocimientos tácitos. Se trata de conocimientos prácticos, saberes adquiridos por cada individuo en vivencias previas a la vida laboral o durante la misma, pero también se adquieren en experiencias de intercambio con otros individuos en el marco de la empresa, de suerte que tienen un referente tanto individual cuanto colectivo. La actividad repetitiva y cotidiana del

trabajo permite mejorar la destreza, las habilidades y los conocimientos sobre el instrumento, la maquinaria, el proceso y el bien que se transforma. Sin embargo, el puesto de trabajo y las tareas no están desprovistos de riesgos e incertidumbres. Por el contrario, están sujetos al desgaste de la maquinaria y de la persona y el mal desempeño del conjunto de funciones de la empresa. El ejercicio rutinario del trabajo implica tomar en cuenta los constreñimientos tecnológicos y sociales que provoca la organización, más aún, implica darles solución o incluso anticiparlos. Desde esta perspectiva se puede hablar de la creación de habilidades o destrezas nuevas asociadas al puesto de trabajo y las tareas específicas que realiza un individuo.

El conocimiento tácito puede recaer en un individuo o en un grupo de individuos. El conocimiento tácito colectivo comprende las prácticas productivas individuales y las formas colectivas de regulación organizacional. En una línea de producción, por ejemplo, los individuos han ido construyendo con el tiempo un conjunto de usos que enmarcan la ejecución de las tareas: quién actúa y en qué momento, quién sustituye a quién, quién coopera con quién, quién interviene y para qué. Estos usos o rutinas, para retomar la noción de Nelson y Winter, guardan una función estabilizadora de las relaciones entre los individuos y sin ellas el proceso productivo puede sufrir contingencias. Se trata en esencia de un saber localizado, inherente al espacio físico y organizacional que ocupa en el proceso productivo. Es un saber o conocimiento del orden de la praxis, único o específico a la persona y a la situación que le dio origen. Carece de soporte material y sólo puede observarse *in situ*. Su perennidad está en función de las condiciones y los mecanismos de reproducción del entorno que le dio vida. Cuando uno o varios individuos salen de la empresa, se llevan consigo el conocimiento tácito acumulado y difícilmente podrán reproducirlo en otra organización.

Los conocimientos codificables. Hay conocimientos tácitos en sentido estricto, casi indescriptibles, pero hay otros conocimientos que, siendo tácitos originalmente, pueden ser codificados, es decir, se pueden explicar y describir, transferir y almacenar. La codificación de los conocimientos tácitos requiere un lenguaje para transcribir su contenido, por lo que su difusión dependerá de la capacidad de descifrar o traducir ese lenguaje por parte de otros actores. Es posible utilizar un sistema particular de códigos, signos y símbolos ya existente, o construirlo deliberadamente en el momento de la codificación. La elección del sistema comunicativo (los soportes utilizados) y el lenguaje que escojan los actores para difundirlos influirá en la solidez de la codificación, es decir, en la posibilidad de memorizarlos, arraigarlos en el conocimiento

colectivo y asegurar su durabilidad. La codificación es un proceso por el cual se “descontextualizan” o “despersonifican” los conocimientos tácitos, se vuelven genéricos, públicos y apropiables.

Ahora bien, el proceso de codificación no significa un mero procedimiento de descripción de la práctica, la tarea o la experiencia. La elaboración de un manual de procedimientos implica codificar partes del conocimiento tácito de los individuos, el cual requiere de un proceso de descomposición y recomposición de los elementos que lo componen, de la selección de un lenguaje de codificación, de un modelo de abstracción e interpretación. Es necesario además recurrir a otros conocimientos que permiten cotejarlo, ordenarlo, reconocer sus principios y jerarquizar sus componentes. En ese sentido, la codificación representa a fin de cuentas un proceso de creación de conocimiento nuevo, en la medida en que no reproduce con fidelidad los saberes tácitos que fueron su referente, sino que los recupera y a la vez los transforma. Por otra parte, los saberes tácitos no desaparecen o son sustituidos por el conocimiento codificado, simplemente se les rescata y hace visibles.

Ahora bien, los individuos no “activan” de manera espontánea, casual o arbitraria el conjunto de conocimientos tácitos y codificados que poseen a título personal y de manera colectiva. Ello depende de los espacios de acción y aprendizaje que la organización sea capaz de ofrecer, en tanto que es una entidad espacio-temporal de solución de problemas técnicos y organizativos, de negociación de conflictos, de sociabilidad e intercambio de experiencias y expectativas, de aprovechamiento de oportunidades y de incitación a la creación de proyectos nuevos.

Todos los tipos de conocimiento (individual o colectivo, tácito, codificable y codificado) coexisten en la organización. No obstante, la relación complementaria entre ellos no ocurre de manera automática, sino que está estrechamente ligada a la existencia de reglas y modos de regulación que la favorecen o la obstaculizan. En sus principios teóricos, la división taylorista del trabajo tendió a limitar la posibilidad de que ciertos saberes tácitos afloraran y se expresaran como tales, en la medida en que la estandarización de las actividades en una secuencia lineal buscó codificar las prácticas operativas con objeto de normar los comportamientos. La posibilidad de integrar de manera complementaria conocimientos codificados con los tácitos quedó así obstaculizada durante varios decenios, y por ende la perspectiva de construir nuevos conocimientos productivos.

En un trabajo sobre las prácticas organizativas e innovadoras de las empresas en Japón, Nonaka y Takeuchi (1995), muestran cómo la creación de nuevas competencias y la creación de conocimientos nuevos ocurre, gracias a la interacción de los conocimientos tácitos y codificados. Tomando distancia de los estudios que sólo analizan la circulación de conocimientos y habilidades presentes en la empresa, los autores van más lejos y proponen un marco analítico para comprender cómo opera el proceso de interrelación de los diversos tipos de conocimiento. Utilizan la noción de espiral del conocimiento para explicar el proceso de creación de éste en los planos individual, grupal y de la organización productiva en su conjunto. La espiral comprende cuatro modos de interacción de los conocimientos tácitos y codificados. En primera instancia, la difusión de los saberes tácitos en el seno de los talleres y que denominan “socialización”, seguida de la “externalización”, que constituye la manera de codificarlos o explicitarlos (una parte por lo menos). Posteriormente la “combinación”, proceso por el cual se reconstituyen y sistematizan los conocimientos explícitos en el seno de la empresa, tomando en cuenta los que ya posee de manera codificada, y finalmente la “internalización”, que consiste en difundir y reintegrar el conjunto de conocimientos codificados en las prácticas y habilidades individuales y colectivas del personal. Se crean así nuevos conocimientos tácitos. Este movimiento continuo y sostenido representa un proceso de aprendizaje y de creación organizacional de conocimientos, es decir, de innovación.

Los ejemplos que presentan los autores dan cuenta de las estrategias explícitas de las empresas japonesas para favorecer el intercambio de ideas y experiencias, necesarias para el mejoramiento de los procesos productivos y de los productos, y la creación de innovaciones incrementales. Explican que en Japón las empresas tienden a valorar las relaciones de intercambio y difusión del conocimiento, mientras que las empresas occidentales privilegian las relaciones jerárquicas y de racionalización del trabajo que no incitan a la cooperación. La pregunta que surge entonces es en qué medida existen dispositivos similares que promueven un proceso organizacional de creación del conocimiento en las empresas en México.

Taxonomía del conocimiento

Lundvall y Johnson (1994), proponen una taxonomía sobre conocimiento que relaciona el conocimiento tácito y codificado (Tabla 1).

Tabla 1 Taxonomía del conocimiento

Clase	Características	Canales de transferencia	Tipo de conocimiento
Saber-qué (<i>Know-What</i>)	Se refiere al conocimiento sobre hechos, cantidades, ingredientes, fechas. Es información.	Fácilmente transferible a través de literatura, bases de datos, etc.	Codificado
Saber-por qué (<i>Know-Why</i>)	Se refiere al conocimiento sobre principios y leyes de movimiento en la naturaleza, en la mente humana y en la sociedad.	Fácilmente transferible a través de literatura, bases de datos, etc.	Codificado
Saber-cómo (<i>Know-How</i>)	Se refiere a las habilidades. Es la capacidad para hacer algo.	No se transmite con facilidad. Radica en la experiencia práctica. Es aprendido en una relación maestro-aprendiz.	Tácito
Saber-quién (<i>Know-Who</i>)	Se refiere al conocimiento sobre quién sabe cómo o quién sabe por qué.	No puede ser adquirido a través de canales de información. Radica en la interacción social	Tácito

Fuente: Avila (2001), basado en Lundvall y Jonson (1994) y Ernst y Lundvall (1997).

El Saber-qué (*Know-what*), se refiere al conocimiento sobre hechos, fechas, cantidades, e ingredientes.¹² El conocimiento se circunscribe a lo que normalmente llamamos información. El Saber-porqué (*Know-why*), se refiere al conocimiento sobre principios y leyes de movimiento en la naturaleza, en la mente humana y en la sociedad.¹³ El Saber-cómo (*Know-how*), se refiere a las habilidades, es la capacidad para hacer algo. Involucra información sobre quién sabe qué y quién sabe qué hacer.¹⁴ Esto ha llevado a desarrollar mecanismos de cooperación entre los agentes que buscan compartir y combinar elementos de saber-cómo. El Saber-quién (*Know-who*), se refiere al conocimiento sobre quién sabe cómo o quién sabe por

¹² El conocimiento fáctico (*know-what*) constituye el conocimiento “objetivo”, puede considerarse equivalente a lo que denominamos normalmente formación y está relacionado con el “cuerpo” cognitivo que posee toda categoría de expertos.

¹³ El conocimiento científico (*know-why*) se refiere a los conocimientos académicos o de tipo profesional que influyen sobre el desarrollo tecnológico y el ritmo y las características de su aplicación en las industrias de cualquier tipo. En este caso la producción y reproducción de conocimiento tiene lugar dentro de procesos organizados, como la enseñanza universitaria, la investigación científica, el desarrollo de personal especializado, la contratación, etc.

¹⁴ El conocimiento práctico (*know-how*) describe la capacidad para operar con destreza en contextos diferentes (p.e. evaluar las perspectivas de mercado para un nuevo producto, o hacer funcionar una máquina-herramienta). El conocimiento práctico se desarrolla sobre todo a nivel individual, pero también resulta evidente su importancia si se consideran niveles de cooperación dentro de una organización e incluso entre varias organizaciones.

qué.¹⁵ Este conocimiento no se puede transferir a través de canales de información, se adquiere a través de relaciones formales e informales; tales como reuniones y comunidades de expertos en el tema, congresos, sociedades, relaciones con consumidores, contratistas e instituciones de educación. Avila (2001).

Definición de capacidades tecnológicas

El concepto de capacidades tecnológicas fue intercambiable con otros usados con la misma idea, tales como esfuerzo tecnológico (Lall 1987; Bell 1984), o habilidad tecnológica (Bell 1984; Scott-Kemmis y Bell 1985, hasta convertirse en un término ampliamente aceptado en la actualidad. El desarrollo de capacidades tecnológicas depende de procesos de aprendizaje o “aprendizaje tecnológico”. Las empresas construyen capacidades tecnológicas a través de procesos de aprendizaje. El aprendizaje comprende tanto procesos como resultados. El aprendizaje puede entenderse como esa variedad de procesos a través de los cuáles los individuos y a través de ellos, las organizaciones adquieren conocimientos y habilidades técnicas (Bell 1984). Las empresas aprenden a lo largo del tiempo, acumulando conocimiento tecnológico. Sobre esa base pueden emprender progresivamente nuevas actividades, y de esta forma adquirir nuevas capacidades.

Se presentan distintas definiciones de capacidades tecnológicas en la literatura que están marcadas por la diferencia en los objetos de estudio.

Literatura sobre administración estratégica de la tecnología

Existe la idea de que el conocimiento permite crear capacidades y las capacidades determinan la habilidad para hacer cosas. Leonard-Barton (1992a, 1995); Dosi y Marengo (1993); Prahalad y Hamel (1990); Teece, Pisano y Shuen (1990), coinciden en que las capacidades tecnológicas son básicamente habilidades para hacer las cosas. Así, el conocimiento y las actividades que crean conocimiento son la base sobre la cual se crean, sostienen y reconstruyen las capacidades tecnológicas.

Parte de este conocimiento es necesario simplemente para sobrevivir o alcanzar la paridad con los competidores; otros activos de conocimiento son estratégicos ya que no existe mercado para

¹⁵ El conocimiento relacional (*know-who*) es otro tipo de conocimiento cuya importancia está en auge. Consiste en un conjunto de diferentes capacidades, en particular capacidades sociales, que dan acceso y permiten utilizar los conocimientos que posee otra persona, a menudo por medio de una combinación de redes profesionales y personales.

ellos y permiten distinguir a la empresa. Estos activos de conocimiento determinan las capacidades centrales. Esta literatura se concentra en el análisis de las capacidades centrales. Las capacidades centrales de acuerdo con Prahalad y Hamel (1990); Leonard-Barton (1995); Teece et al. (1994), determinan la habilidad para sobrevivir, adaptarse y competir en mercados cambiantes.

Las capacidades tecnológicas centrales son aquellas habilidades que distinguen a la empresa competitivamente y le permiten crear una ventaja competitiva sostenida basada en la tecnología en un contexto cambiante. Estas capacidades están conformadas por un conjunto de habilidades tecnológicas, activos complementarios y rutinas organizacionales que son distintivas de la empresa.

Literatura sobre países en desarrollo

Kim (1997) define a las capacidades tecnológicas como "... la habilidad de hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico para asimilar, usar, adaptar y cambiar las tecnologías existentes. También permite crear tecnologías nuevas y desarrollar nuevos productos y procesos en respuesta al ambiente económico cambiante...".

Esta literatura destaca la creación de conocimiento, pero también el uso efectivo del conocimiento existente. Las empresas construyen capacidades tecnológicas a través de procesos de aprendizaje, así el aprendizaje tecnológico se refiere al proceso dinámico de adquisición de capacidades tecnológicas. Las empresas aprenden a lo largo del tiempo, acumulan conocimiento tecnológico y pueden emprender progresivamente nuevas actividades y así adquirir nuevas capacidades Dutrénit (2000a).

Es necesario distinguir entre las capacidades tecnológicas rutinarias de producción y las capacidades tecnológicas innovativas, a partir de la distinción entre "... el tipo de conocimiento y habilidades requeridos para operar sistemas de producción dados, y el tipo de conocimiento requerido para cambiarlos" (Bell y Pavitt, 1993). La literatura frecuentemente se refiere a las capacidades tecnológicas básicas como capacidades de producción.

Las capacidades tecnológicas de producción rutinarias son aquellas capacidades para usar y operar la tecnología existente¹⁶. Las capacidades tecnológicas innovativas son capacidades para

¹⁶ La capacidad de producción se define a partir de los recursos utilizados para producir bienes industriales a un nivel dado de eficiencia y de combinación de insumos: equipos (incluye tecnología incorporada), habilidades de

generar y administrar el cambio técnico. Un nivel básico de capacidades innovativas podría permitir solo una contribución al cambio relativamente menor e incremental; pero en los niveles intermedios y avanzados, las capacidades tecnológicas podrían tener una contribución cambio más sustancial, novedoso y ambicioso.

En la tabla 2, se presenta un resumen de los autores que han contribuido al desarrollo de las potencialidades analíticas de este concepto.

Tabla 2 Conceptos de las capacidades tecnológicas

Autor	Capacidades tecnológicas
Penrose, (1972).	Señala que la empresa es al mismo tiempo una organización y un acervo de recursos productivos, humanos y materiales. La empresa tiene un potencial endógeno para crecer con base en los <i>servicios productivos</i> que toma como base para su expansión presente y futura; el crecimiento potencial proviene de fuentes endógenas y exógenas.
Richardson, (1972).	Establece que las capacidades tecnológicas radican en la organización, el conocimiento, la experiencia y las habilidades productivas.
Cohen y Levinthal, (1990).	Establecen el concepto de <i>absorptive capabilities</i> con el cual denotan las habilidades de las empresas para captar la nueva información del exterior y sus aptitudes para asimilar y aplicar dicha información para fines económicos y comerciales. Las <i>absorptive capabilities</i> son un elemento crítico que estimula la capacidad de innovación tecnológica de las empresas.
Prahalad y Hamel, (1990).	Proponen el concepto de <i>competencias clave</i> de la empresa que se materializan en las habilidades y los conocimientos de las personas para fabricar <i>productos clave</i> de acuerdo con la actividad específica a que se dedica cada empresa. Las <i>competencias clave</i> constituyen el aprendizaje colectivo en la organización, especialmente para coordinar diversas habilidades productivas e integrar diversas tecnologías.
Dosi, G. (1992).	Determina que las capacidades tecnológicas representan las habilidades de la empresa para resolver problemas técnicos y organizacionales.
Teece y Pisano, (1994).	Establecen el concepto de <i>capacidades dinámicas</i> que son las que permiten a la empresa crear nuevos productos y procesos y responder a los cambios en las circunstancias del mercado. Las capacidades dinámicas contienen dos dimensiones: una económica-organizacional -lo que implica decidir qué producir y a qué precio; determinar si conviene fabricar o comprar los insumos para las mercancías que se van a producir; y, resolver cómo diseñar una estructura organizacional que permita un desempeño eficiente para llevar a cabo la producción. La segunda dimensión es la tecnológica -que incluye las habilidades para aprender, diseñar, desarrollar nuevos productos y nuevos procesos y aprovechar las instalaciones eficientemente.
Nonaka y Takeuchi, (1995).	Sugieren que las capacidades tecnológicas constituyen una habilidad para mantener las capacidades dinámicas de la empresa sin réplica por parte de las empresas competidoras.
Dutrénit (2000).	Hace hincapié en el concepto de edificación de capacidades tecnológicas e identifica dos enfoques. El primero, corresponde al developing countries literature, y el a segundo al strategic management literature.
Jasso y Torres, (2002).	Afirman que en la creación de capacidades tecnológicas influye de manera determinante el aprendizaje tecnológico.

Fuente: Elaboración propia con base en Padilla H. (2006).

Actividades de investigación y desarrollo.

Dado que la creación de conocimiento es la base para la creación, sostenimiento y renovación de las capacidades tecnológicas centrales. Esto asigna a las actividades de investigación y desarrollo un rol clave en la construcción de las capacidades centrales.

la fuerza de trabajo (el know-how y la experiencia de y en la y operación y la administración) , especificaciones del producto y de los insumos y el sistema organizacional utilizado (Bell y Pavitt, 1992)

De acuerdo con la OCDE (1996), "La investigación y el desarrollo experimental comprenden el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para derivar nuevas aplicaciones".

La investigación y el desarrollo experimental según la OCDE (1996), engloba tres actividades:

Investigación básica: "trabajos experimentales o teóricos que se emprenden fundamentalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada".

Investigación aplicada: "consiste también en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico".

Desarrollo experimental: "consiste en trabajos sistemáticos basados en los conocimientos existentes, derivados de la investigación y/o experiencia práctica, dirigidos a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; al establecimiento de nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes".

El desarrollo experimental es usualmente llamado Ingeniería avanzada en las empresas industriales.

Las actividades de investigación y desarrollo experimental han sido usualmente vistas como capacidades tecnológicas para la generación de innovaciones significativas, y han sido asociadas a una estrategia de liderazgo tecnológico. El trabajo pionero de Cohen y Levinthal (1989), brindó evidencia de que las actividades de investigación y desarrollo experimental tienen también otro rol: la generación de aprendizaje tecnológico.

Adicionalmente, evidencia empírica sobre empresas de países en desarrollo ha mostrado la importancia de estas actividades para mejorar la posición competitiva de empresas que compiten por debajo de la frontera tecnológica, como es el caso de la empresa brasileira Usiminas, Dahlman y Fonseca (1987), o para alcanzar la frontera como es el caso de firmas del Sudeste Asiático Kim (1997) y Hobday (1995). En algunos casos las actividades de investigación y desarrollo experimental, estuvieron concentradas en mejoras a diseños más que en investigación propiamente dicha. Esto amplía el alcance de lo que usualmente se consideran actividades de investigación y desarrollo experimental. Para el logro de ventajas competitivas las empresas pueden llevar a cabo diferentes tipos de actividades incluidas en lo que se denomina

investigación y desarrollo experimental, tales como actividades de investigación aplicada, de desarrollo tecnológico o de mejora a productos y diseños Dutrénit (2000b).

Procesos de creación de conocimiento y de construcción de capacidades tecnológicas.

En la literatura sobre administración estratégica de la tecnología, el análisis de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas es visto como procesos de reconstrucción de las capacidades tecnológicas centrales. Hay un énfasis en las características de los procesos de creación de conocimiento.

A partir de la literatura sobre aprendizaje organizacional y sobre administración estratégica de la tecnología, y la distinción entre conocimiento tácito y explícito propuesto por Polanyi (1966), Nonaka y Takeuchi (1995) analizan las características de lo que ellos llaman una empresa que construye conocimiento. Basados en la idea de que el conocimiento es un producto del aprendizaje, se concentran en el conocimiento y analizan el proceso de creación de conocimiento. Estos autores desarrollan un modelo de creación de conocimiento organizacional que relaciona conocimiento tácito y explícito con conocimiento individual y organizacional. Ellos postulan que la organización crea nuevo conocimiento a través de la construcción de conocimiento tácito y codificado y por el proceso dinámico de conversión entre estas dos dimensiones de conocimiento.

Los autores definen cuatro modos de conversión de conocimiento:

De tácito a tácito, llamado socialización, que es el proceso de compartir experiencias y así crear nuevo conocimiento tácito;

De tácito a codificado, llamado exteriorización, que es el proceso de articular conocimiento tácito en alguna forma de conocimiento codificado;

De codificado a codificado, llamado combinación, que es el proceso de sistematizar conceptos en un sistema de conocimiento e implica la combinación de diferentes cuerpos de conocimiento codificado;

De codificado a tácito, llamado internalización o interiorización, que es el proceso de convertir conocimiento codificado en conocimiento tácito.

La creación de conocimiento organizacional tiene lugar entre tres niveles: el individual, el grupal o de equipo, y el organizacional. El conocimiento nuevo comienza con un individuo, quien es el creador del conocimiento, y ese conocimiento personal individual se transforma en conocimiento organizacional, valioso para toda la empresa. Los individuos aprenden a través de

los cuatro modos de conversión del conocimiento y, en la medida en que más individuos se involucren en el proceso, la conversión del conocimiento individual en organizacional se vuelve un proceso más rápido y efectivo. La creación de conocimiento organizacional es entonces un proceso en espiral que comienza en el ámbito individual.

La creación de conocimiento en la organización es vista como una capacidad de la empresa. Aunque ellos señalan algunas diferencias con respecto a los teóricos de la organización que aprende, reconocen que su empresa que construye conocimiento es muy semejante. Ambos enfoques comparten varios temas de análisis, particularmente el rol de la conversión del aprendizaje individual en aprendizaje organizacional.

Los procesos de aprendizaje y sus mecanismos.

Los procesos de aprendizaje comprenden el aprendizaje por la práctica (aumentar por ejemplo, la eficiencia de las operaciones de producción), el aprendizaje por el uso (por ejemplo, utilizar más eficientemente los equipos complejos, el aprendizaje por interacción (asociando usuarios y productores en una interacción en el desarrollo de nuevos productos), y hasta el aprendizaje por aprendizaje, donde la capacidad de las empresas para asimilar las innovaciones realizadas en otra parte depende de su experiencia en materia de aprendizaje, enriquecida por la investigación y desarrollo o por otras inversiones inmateriales OCDE (1992).

Las empresas construyen capacidades tecnológicas a través de procesos de aprendizaje, de modo que el aprendizaje tecnológico se concibe como el proceso dinámico de adquisición de capacidades tecnológicas. Los procesos de construcción de capacidades tecnológicas dependen de un conjunto de factores vinculados con los flujos de conocimiento dentro de la empresa y entre la empresa y su entorno; en particular, el contexto en el cual compiten afecta los procesos de acumulación.

En el contexto de la flexibilidad productiva, las empresas requieren de contar con un desarrollo organizacional importante que les permita hacer más eficientes los procesos productivos. Así mismo, los requerimientos del mercado donde participan, obliga a las empresas a generar mecanismos de aprendizaje¹⁷ que las articule de una mejor forma con sus clientes y proveedores.

¹⁷ Se toma la definición de Lipshitz y Popper (2000) sobre mecanismos de aprendizaje, en donde “son arreglos y procedimientos institucionalizados que permiten a la organización de una forma sistemática recolectar, analizar, guardar, diseminar y usar información relevante para el desempeño de la organización.

El acceso que tiene cada empresa al desarrollo de una capacidad productiva tiene un efecto importante en los procesos de aprendizaje¹⁸ no solo para el individuo, sino también para la organización. Sin embargo, para que el conocimiento que se deriva del manejo de nuevas tecnologías (maquinaria y equipo) se encuentre al alcance de los usuarios, es necesario que estos cuenten con los manuales que la codifican, es decir que se encuentre a su alcance ese conocimiento codificado, Malecki (1997).

El estudio interno de las actividades innovadoras resulta imprescindible para poder alcanzar un mejor conocimiento sobre el fenómeno de la innovación y de esta forma articular las políticas de apoyo más eficaces de tipo específico, en función del proceso de innovación desplegado.

La acumulación de conocimientos podría resultar en un proceso fácil para las empresas que poseen sistemas de organización simple, en los cuales los límites entre las actividades no son flexibles. Sin embargo, una vez que las empresas van obteniendo una estructura más grande y compleja, es necesario buscar nuevos mecanismos para facilitar la codificación y socialización del conocimiento creado (Dutrénit, 2000). En una forma específica, los trabajadores de una empresa están inmersos en el proceso de acumulación de conocimiento. Y para poder lograr un proceso evolutivo que conlleve hacia la producción compleja, surge como un proceso continuo de aprendizaje.

Bell y Pavitt (1992), argumentan que la capacidad productiva¹⁹ no crea por sí misma una capacidad tecnológica y organizacional para la empresa, pero que la acumulación de tecnología en países de menor industrialización, se da por medio de un incremento en la capacidad productiva de las empresas. Es decir, esta acumulación se produce a través de la adquisición por las empresas de bienes de capital y el know-how requerido no para situarse en “la frontera del conocimiento”, pero si en la “frontera de la eficiencia productiva” (Bell y Pavitt: 1992)

¹⁸ Para Malecki (1997) el aprendizaje refiere al proceso en el que las organizaciones, empresas o individuos, adquieren conocimientos y habilidades de tipo técnico u organizacional.

¹⁹ La capacidad de producción se define a partir de los recursos utilizados para producir bienes industriales a un nivel dado de eficiencia y de combinación de insumos: equipos (incluye tecnología incorporada), habilidades de la fuerza de trabajo (el know-how y la experiencia de y en la y operación y la administración) , especificaciones del producto y de los insumos y el sistema organizacional utilizado (Bell y Pavitt, 1992)

Por su parte, Dutrénit (2000), argumenta que las empresas podrían tener problemas para conseguir un proceso de aprendizaje cuando el conocimiento individual tiene que ser convertido en aprendizaje organizacional. Para lograr lo anterior, es necesario coordinar estrategias entre diferentes áreas y departamentos para integrar el conocimiento a través de límites organizacionales.

En el mismo sentido, Argyris y Schön (1978), argumentan que, a pesar de que un individuo adquiera el aprendizaje, éste es parte de la organización y el proceso de aprendizaje organizacional no es solamente el resultado de todo aprendizaje individual, sino también del aprendizaje organizacional. Sin embargo, la organización aprende a través de la experiencia y de las acciones de sus miembros. Hay muchos casos en los cuales una organización por si misma acumula menos conocimiento que sus propios miembros.

Villavicencio (2002), menciona que el proceso de aprendizaje en una empresa no puede ser considerado solamente como la suma de aprendizaje individual, sino que es el resultado de conocimiento complejo y de la experiencia acumulada por cada persona, misma que bajo condiciones específicas produce aprendizaje para toda la organización.

Otros autores, como Dosi et.al. (2000), señalan dos situaciones que ayudan a entender la naturaleza del proceso de aprendizaje: primero, ellos argumentan que las empresas tienen la posibilidad de producir nuevas capacidades combinando las capacidades actuales y el nuevo conocimiento; y segundo, que la habilidad de la empresa para aprender de esa forma es “afectada por los principios de la organización que guía la operación de la empresa, principios que incluyen situaciones relacionadas con la estructura formal, pero principalmente, relaciones sociales internas que configuran parte de las diferencias que los individuos y los grupos tienen en términos de su base de conocimiento en las empresas”.

En lo que concierne a la diferencia en la base de conocimiento de un individuo, Dosi et. al. (2000), apoyaron la idea de que no obstante el conocimiento producido por la educación formal, así como la investigación y desarrollo, este conocimiento este ligado a la capacidad de construcción de una empresa, pero no todas las capacidades de una empresa vinieron de las mismas fuentes de conocimiento. En muchos casos, el desarrollo de capacidades tecnológicas, normas organizacionales o la innovación en nuevos productos, requiere un proceso de aprendizaje diferente, el cual se consigue y se logra en diferentes áreas de la estructura organizacional de una empresa. (Dibella y Nevis, 1998).

A este respecto, Villavicencio (2002), afirma que el análisis del proceso de innovación ligado al aprendizaje organizacional requiere considerar las condiciones organizacionales para propiciar el desarrollo innovativo. Y él propone que lo que permite a una empresa producir aprendizaje tecnológico son los mecanismos de organización y coordinación de diversas actividades de la misma, así como las relaciones que tiene con otros actores externos como universidades, u otras empresas. Podemos decir que el aprendizaje organizacional es producido también a través de este método.

Esta idea implica que es erróneo pensar que el proceso de aprendizaje es homogéneo para todas las empresas. Por el contrario, hay varios subprocesos, en los cuales las empresas podrían avanzar para construir capacidades para áreas y actividades específicas (Lipshitz y Popper, 2000). Esto significa que el conocimiento no es adquirido al mismo tiempo por los miembros de una empresa y puede ser interpretado usando el concepto de aprendizaje organizacional. En lugar de esto, para poder llevar a cabo una rutina o una tarea específica, la creación de conocimiento es producida sólo por el personal que lo requiere. Debido a esto, el aprendizaje organizacional es formado por un conocimiento creado en la empresa, pero en diferentes grupos de subprocesos y diferentes espacios de éste. Y, para poder eliminar las dificultades que surgen para integrar los diferentes subprocesos en los cuales las empresas construyen capacidades, es necesario lograr cambios cualitativos no sólo para las empresas, sino también para las regiones en las cuales están localizadas. Es deseable, entonces, saber en cuáles áreas los factores contextuales podrían ser perjudiciales para la organización; para poder coordinar la producción y el manejo del conocimiento.

Villavicencio (2002), se refiere al artículo de Cyert y March (1963), en donde estos autores proponen la existencia de procedimientos organizacionales. Para ellos, hay aprendizaje que involucra decisiones basadas en respuestas eficientes que los trabajadores dan a situaciones específicas y que no implican ningún costo para la organización; de hecho, estas respuestas producen rutinas para una empresa. En este sentido, Villavicencio señala que, desde el punto de vista evolucionista, estas rutinas constituyen las *responsabilidades* de una empresa, esto es porque tienen el poder de articular el *saber cómo* de diferentes miembros; es a través de reglas de operación y rutinas, las cuales son la ruta más importante de acumulación de conocimiento tecnológico y operativo. También, este punto de vista apoya la idea de que las rutinas organizacionales son medios importantes de procesos innovativos. Sin embargo, para

Villavicencio (2002), esta perspectiva no toma en consideración el esfuerzo, los arreglos y negociaciones que implican la adaptación y modificación de estas rutinas.

En otro orden de ideas, la creación de nuevas actividades, departamentos o mecanismos no aseguran por si mismos la creación de conocimiento²⁰. Estos elementos pueden estar presentes en una organización sin producir mejoras, como alta productividad o responsabilidades mejoradas. Para que el aprendizaje productivo pueda ser logrado en alguna rutina o actividad organizacional, hay un grupo de valores y condiciones que son deseables y que son compartidos por todos los miembros de una organización. Entre ellos están: la incertidumbre ambiental, el costo y la consideración de errores potenciales, personal habilidoso y liderazgo comprometido con el aprendizaje.

Desde la perspectiva de cambio, el aprendizaje puede ser *adaptable* cuando el aprendizaje en una empresa es visto como una forma de adaptarse a los cambios en el ambiente; o puede ser *generativo* cuando una empresa promueve su propio proceso de aprendizaje para desarrollarse o transformarse. El objetivo principal de identificar todos los espacios en los cuales el aprendizaje toma lugar y el tipo de aprendizaje que puede ser desarrollado, es porque no hay una forma única de aprender²¹. En términos de Dibella y Nevis (1998), ambos tipos de aprendizaje son valiosos, y ambos pueden ser usados dependiendo de las condiciones en las cuales cada uno de ellos es usado. Dibella y Nevis (1998), mencionan que la velocidad de aprendizaje es diferente en cada fase de producción y que el estilo administrativo de la empresa es importante.

²⁰ Para Bell y Pavit (1992, p. 4), el *Conocimiento tácito* se define como conjunto de reglas que son adquiridas solo con la experiencia y son producidas por la gente y las instituciones. Una parte importante del manejo de la tecnología implica contar con un conocimiento tácito, no codificado.

²¹ *Aprender haciendo*: derivado de la experiencia, por el hacer; la ejecución de tareas productivas genera una acumulación de conocimientos y habilidades que permite el mejoramiento de dichas tareas en un futuro inmediato, Arrow (1962) ; *Aprender usando*: derivado del uso del conocimiento, la mayor difusión y adopción de una tecnología implica un mayor aprendizaje y una mejora de la misma, Rosenberg (1982); *Aprendizaje por operación*, se deriva de la introducción de cambios, los cuales pueden ser técnicos menores o incrementales, por medio de sistemas de retroalimentación; el aprendizaje puede ser consecuencia del entrenamiento, la contratación y la investigación, Bell (1984); *Aprendizaje por trato*, Fleck (1994) y Rosenbloom and Cusumano (1987); *aprendizaje por interacción*, Lundvall (1988); *aprendizaje por venta*, Thompson (1989); *aprendizaje por apropiación*, David (1993); *aprendizaje por relaciones inter-industria*, Malerba (1993) y *aprendizaje por fracaso*, Bahrami y Evans (1995).

Continuando con la idea mencionada arriba, es posible afirmar que las diferentes empresas utilizan diferentes mecanismos para promover el aprendizaje. Es en conjunto con una estructura organizacional compleja donde los miembros de una empresa crean conocimiento constantemente. Lipshitz y Popper (2000), definen los mecanismos de aprendizaje como áreas concretas en las cuales la experiencia de los individuos es analizada y compartida con otros miembros de la organización. No es solamente a través del uso de conocimiento en áreas en las cuales es necesario, sino también basado en los cambios de tecnología de proceso o tecnología de producto.

Para Lipshitz y Popper (2000), los mecanismos de aprendizaje son estructuras institucionales y arreglos procedimentales que permiten a la empresa ejecutar, analizar, almacenar, compartir y usar información relevante para el desempeño de ésta. Simplificando esta idea, podemos afirmar que estos mecanismos son capaces de producir un proceso de conversión de aprendizaje individual en un aprendizaje disponible para todos los miembros de una organización. Dutrénit (2000), concluye que la socialización del conocimiento es lograda a través de los mecanismos de aprendizaje presentados en la estructura organizacional de una empresa.

La relevancia de mencionar la existencia de estos mecanismos es que éstos son útiles para obtener una descripción concreta del proceso de aprendizaje. Es importante mostrar dónde y cómo toma lugar el proceso de aprendizaje, así como la relación existente entre el nivel individual y el aprendizaje colectivo. Para Villavicencio (2002), los actores económicos reales son parte de la estructura de relaciones sociales, la cual tiene el poder de modular las acciones económicas, así como el proceso de aprendizaje. Los mecanismos de aprendizaje están organizados en cuatro categorías: estructura organizacional, responsabilidades centrales, manejo tecnológico e interacciones organizacionales. Sumado a esto, agregamos un nuevo nivel de análisis, el cual nos ayuda a explicar mejor que las diferentes capacidades de aprendizaje alcanzan cada una de las áreas productivas. Usando la clasificación de Lall (1992), Bell y Pavitt (1995), se proponen cuatro niveles principales de capacidades tecnológicas: básicas, intermedias básicas, intermedias avanzadas y avanzadas. Dentro de estos niveles de capacidades hay diferentes funciones y actividades.

Uno de los supuestos de que se parte para explicar los procesos de aprendizaje dentro de la empresa, es que todos los trabajadores se encuentran necesariamente inmersos en algún tipo de proceso de acumulación de conocimiento, y en un contexto evolutivo de complejidad productiva

(Lara, 2002), así que dicho conocimiento tiende a convertirse en un proceso continuo de aprendizaje. Sin embargo, tal y como se muestra en los resultados empíricos encontrados, es importante señalar que, aunque existen procesos evolutivos, esta evolución no es lineal ni se presenta igual en todas las áreas productivas, ni tampoco involucra de la misma manera a todos los trabajadores.

Aprendizaje tecnológico

Es a principios de los años sesenta que el tema del aprendizaje tecnológico reapareció con mayor fuerza y, particularmente, a partir de que Arrow (1962) propusiera el concepto de “aprender haciendo” para referirse al aprendizaje que se adquiere en la práctica cotidiana del trabajo. A partir de entonces se ha desarrollado el concepto de “aprendizaje tecnológico” el cual ha adquirido el estatus conceptual y analítico que hoy tiene en sus diversas modalidades, entre el que se encuentra el concepto de “aprender usando” aportado por Rosenberg (1979 y 1982) y asociado al uso de nuevas tecnologías. Años más tarde Lundvall (1988 y 1992) postula el “aprendizaje interactivo”, para referirse al proceso de intercambio de información y apropiación del conocimiento tecnológico que se da en la interacción entre productores y usuarios.

Éste ha sido definido como un proceso colectivo de acumulación de conocimientos y experiencias, como la experiencia acumulada de una empresa o como la experiencia individual acumulada a medida que ocurre ella. Se asocia estrechamente a la formación profesional en la empresa; es un valor que se agrega al capital humano, incorporado mediante diversas estrategias, relacionado con la modernización tecnológica de la empresa, la índole de la actividad productiva, y "es un proceso social que no se puede comprender fuera de los marcos institucionales y culturales de la empresa" (Corona, 1997).

El aprendizaje tecnológico no es automático, por el contrario, es gradual y acumulativo por naturaleza; es un proceso social y colectivo; es local y tiene una dimensión tácita²² (Bell, 1984; Dosi, 1988; Teece, Pisano y Shuen, 1990).

²² El término “dimensión tácita del conocimiento” fue propuesto originalmente por Michael Polanyi (1962). Su suposición básica es que “se sabe más de lo que se puede decir”. Hay un nivel cognitivo que no siempre puede expresarse con palabras y linealmente. En esta dimensión, que da lugar a las nociones de conocimientos prácticos, capacidades, competencias y pericia, el conocimiento constituye un conjunto práctico y teórico cuyo desarrollo y dominio tienen lugar por medio de procedimientos que no pueden expresarse en términos lineales. Por este motivo, las capacidades individuales suelen ser por lo general de orden tácito: “una persona alcanza un rendimiento diestro cuando actúa conforme a un conjunto de reglas, aun cuando no reconozca éstas como tales” (Polanyi, 1962).

Bell y Pavitt (1993) indican que es necesario diferenciar la acumulación de una gama de recursos y el uso de ésta para generar y administrar la innovación. Las empresas pueden aprender a través de la actividad innovadora, no obstante que ésta sea uno de los objetivos del aprendizaje.

Para estos autores, el aprendizaje tecnológico se refiere a cualquier proceso por el cual se incrementan o fortalecen los recursos para generar y administrar cambio técnico, o sea los procesos relacionados con los conocimientos, habilidades, experiencia, estructuras institucionales y vínculos con empresas, entre empresas y fuera de ellas. Así pues, el aprendizaje tecnológico se refiere al proceso dinámico de adquisición de capacidades tecnológicas.

La literatura sobre aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas establece vínculos directos entre ambos fenómenos. Como la definición indica, el aprendizaje es el vehículo para adquirir capacidades tecnológicas. Estos autores resaltan los procesos y los mecanismos mediante los cuales las empresas pueden desarrollar trayectorias evolutivas y secuenciales de acumulación de capacidades tecnológicas, punto este que es el eje del presente estudio.

En países industrializados, el aprendizaje tecnológico se encuentra estrechamente vinculado a la producción de tecnología. En países con menor desarrollo relativo, este aprendizaje se asocia con transferencias de tecnología de primer orden, o la recepción de tecnología en algún sector específico de la producción, por inversión extranjera directa en empresas transnacionales. De esta manera, el aprendizaje tecnológico se ha explicado a partir de la adquisición y adaptación de tecnología (Cimoli y Dosi, 1994); montaje e instrumentación de una planta nueva (Katz, 1971); instalación, puesta en marcha, mantenimiento y reparación de equipo, mejoras de productos y procesos (Cimoli y Dosi, 1994), así como en la incorporación de un nuevo diseño y procesos de fabricación asociados a esfuerzos creativos locales (Katz, 1986).

La idea de que el aprendizaje tecnológico se relaciona con la capacidad de la empresa para adquirir tecnología, para absorberla y adaptarla a las condiciones locales se propicia en la medida en que las relaciones sociales en la empresa permiten sustentar un proceso colectivo de aprendizaje tecnológico: equipos humanos que pueden tomar sus propias decisiones, nuevas formas creativas de hacer el trabajo, una atmósfera flexible, un intercambio permanente de los conocimientos y experiencias adquiridos en la ejecución de los procesos, aprendizajes abiertos a sistemas externos, diálogo permanente como base para una mentalidad abocada a la solución de problemas; esto es, un sistema sociotécnico apropiado. El aprendizaje y la capacidad

innovadora no se relacionan sólo con el ambiente interno de una empresa, dependen también del ambiente externo, de la política educativa y de cambios en la demanda.

Katz (1971) asocia el aprendizaje tecnológico con tres clases de actividades técnicas o de ingeniería, cada una de las cuales produce unidades adicionales de conocimiento técnico o de información: la ingeniería de diseño de producto, la ingeniería de procesos de producción y la ingeniería industrial. Sin embargo, una de las dificultades para comprender el aprendizaje tecnológico es que gran parte de la educación formal se enfoca más en el objeto de aprendizaje que en el proceso mismo, "es decir, que los estudios privilegian por ejemplo las características de la tecnología, en vez de analizar los mecanismos por los cuales la mano de obra desarrolla procesos de aprendizaje" (Villavicencio, 1993).

El aprendizaje también ha sido descrito como las formas en que las empresas construyen, complementan y organizan conocimientos y rutinas alrededor de sus actividades dentro de sus culturas, adaptan y desarrollan eficiencia organizacional, mediante el mejoramiento del uso de habilidades generales y las de su personal (Dodgson 1993). El aprendizaje ocurre a través de todas las actividades de la empresa, y a diferentes niveles y velocidades en cada una de sus funciones. En síntesis, el aprendizaje tecnológico es el proceso dinámico de adquisición de capacidades tecnológicas.

Si bien los estudios sobre el aprendizaje tecnológico son escasos, sus estrategias están en el centro de la discusión, estrechamente vinculadas con la competitividad. El aprendizaje tecnológico ha cuestionado los espacios de la producción de tecnología y las actividades relacionadas con ella, que se asocian más al conocimiento de necesidades y problemas de la empresa, y a la importancia de la relación de ésta con proveedores, usuarios y clientes.

Lara (1994b) señala que hay tres conceptos claves que lo definen: la acumulación, la apropiabilidad y la oportunidad en las relaciones proveedor-usuario, productor-usuario final, en escala micro de la empresa. Ello plantea el problema de las estrategias por las cuales las empresas propician el aprendizaje tecnológico, sus repercusiones en las formas, acumulación y apropiación del aprendizaje; éstas afectadas, particular, aunque no exclusivamente, por la rotación de los trabajadores del conocimiento: ingenieros y trabajadores especializados, es decir, los agentes capaces de aprender y modificar la información técnica pertinente.

La integración del aprendizaje tecnológico al análisis microeconómico es indicativa de que el conocimiento es el recurso estratégico fundamental de las economías modernas, con impacto

directo en la competitividad. Al colocarse el conocimiento en esta posición, el problema de la producción ha pasado de ser un proceso exclusivamente técnico a un proceso cognoscitivo que implica "saberes" producidos y acumulados. Por otra parte, el análisis del aprendizaje ha rebasado el espacio formal de la escuela para inscribirse en el contexto más amplio que involucra tecnologías, proveedores, clientes y mercados, en una interacción permanente con el dispositivo técnico de la producción, adquiriendo una dimensión nueva. Desde el punto de vista de la educación, esto implica el problema del aprendizaje de "saberes teóricos" y el aprendizaje de "saberes para la producción", tanto de productos y servicios como de tecnología y conocimiento; otro problema es la delimitación del espacio específico de producción de "saberes", más ampliamente el tipo de formación profesional que potencia dichos "saberes", y la forma cómo los aprendizajes llegan a ser expresión de acumulación-apropiación-oportunidad.

La literatura sobre el aprendizaje tecnológico es abundante y, desde luego, el concepto se ha desarrollado y elevado su capacidad analítica para examinar los fenómenos asociados con las actividades productivas.

Formas de aprendizaje tecnológico

Con las referencias anteriormente presentadas, se tiene una panorámica general del proceso de aprendizaje tecnológico; sin embargo, también es necesario conocer las diferentes formas que hay de éste.

Aprender haciendo

Derivado de la experiencia, por el hacer; la ejecución de tareas productivas genera una acumulación de conocimientos y habilidades que permite el mejoramiento de dichas tareas en un futuro inmediato. Arrow (1962) introduce la noción de "*learning by doing*", concepto mediante el cual explicó el crecimiento de la productividad. Menciona que en todas las empresas el proceso de producción involucra cambios tecnológicos, ya sean radicales o incrementales. Esto ocurre debido a los problemas presentados en el proceso productivo como: defectos de producto, limitaciones de insumos o cuellos de botella. Dichos problemas se resuelven muchas veces sobre la marcha, a través de aprender a utilizar de manera gradual y cada vez con más eficiencia el equipo y herramientas, con una mejor administración de recursos humanos, materiales y financieros.

Aprender usando

Derivado del uso del conocimiento, la mayor difusión y adopción de una tecnología implica un mayor aprendizaje y una mejora de la misma, Rosenberg (1982) emplea el término “*learning by using*”, el cual está referido a la acumulación progresiva de habilidades, mediante la experiencia de utilizar los productos y/o procesos, con los que se hace cada vez un uso más eficiente de ellos. Esta forma de aprendizaje tecnológico permite realizar innovaciones incrementales en productos y en procesos.

Aprender por interacción

De las dos formas anteriores de aprendizaje, Lundvall (1988) encuentra una relación muy estrecha, es decir, los procesos de aprender haciendo y aprender usando ocurren en un espacio determinado, además de que su interacción mutua se va enriqueciendo con el tiempo. De esta manera se realiza un proceso de aprendizaje interaccionando, “*learning by interacting*”.

Aprendizaje colectivo

Villavicencio (1994), señala que el proceso colectivo de aprendizaje tecnológico se desarrollaría cuando los usuarios directos (obreros de línea) de la maquinaria estuvieran activamente involucrados en el momento de la instalación del equipo, con lo cual es probable que se disminuya el tiempo de aprendizaje de la operación, o bien, se podrían evitar fallas en el equipo provocadas por el desconocimiento de información no comunicadas por el proveedor. Del mismo modo, si los trabajadores de mantenimiento participaran en el proceso de instalación del equipo, se agilizaría el aprendizaje.

2.13.6 Aprender por operación

Se deriva de la introducción de cambios, los cuales pueden ser técnicos menores o incrementales, por medio de sistemas de retroalimentación; el aprendizaje puede ser consecuencia del entrenamiento, la contratación y la investigación, Bell (1984).

2.13.7 Aprender a aprender

Otra propuesta es la de Stiglitz (1987), en la que sugiere que el aprendizaje constituye una habilidad especializada que se desarrolla dentro del propio proceso de trabajo; él la denomina aprender a aprender (“*learning to learn*”), o sea, desarrollando la habilidad de apropiarse de hábitos nuevos, sustituyendo formas de saber hacer menos eficientes.

En la Tabla 2.3, se presentan las diferentes formas de aprendizaje tecnológico y los autores que han hecho la aportación de los términos.

Tabla 3 Conceptos de aprendizaje tecnológico

Autor	Aprendizaje tecnológico
Arrow, (1962).	Propuso el concepto de <i>aprender haciendo</i> para referirse al aprendizaje que se adquiere en la práctica cotidiana del trabajo.
Rosenberg, (1979).	Plantea el concepto de <i>aprender usando</i> asociándolo al uso de nuevas tecnologías.
Lundvall, (1988).	Formula el concepto de <i>aprendizaje interactivo</i> para referirse al proceso de intercambio de información y apropiación del conocimiento tecnológico que ocurre en la interacción entre productores y usuarios.
Villavicencio y Arvanitis, (1994).	Señalan que el aprendizaje está constituido por la acumulación de experiencias que conforman el acervo de la empresa. Es un fenómeno acumulativo con mecanismos de interacción y regulación tácitos en donde el conocimiento es producto de una continua interacción entre actores sociales. Es un proceso interactivo que ocurre preferentemente en la relación entre proveedores y clientes a través de la cooperación tecnológica.
Nonaka y Takeuchi, (1995).	Establecen que el aprendizaje es un proceso de adquisición de ciertas destrezas cognitivas por las cuales los integrantes de una empresa o de una red industrial adquieren o incrementan sus habilidades productivas, las ponen en práctica y generan un proceso permanente de evolución y cambio técnico.
Jasso y Torres, (2002).	Definen el aprendizaje tecnológico, como el conjunto de procesos por los cuales las empresas acumulan conocimiento técnico, know-how y experiencia para la planeación, construcción, operación, adaptación y mejoramiento de los procesos de producción.

Fuente: Elaboración propia con base en Padilla H. (2006).

Innovación

La capacidad innovativa de las empresas se puede asociar a la idea de *technological capabilities* (Lall 1992), que intenta explicar la diferente capacidad de estas, para utilizar, incorporar tecnología y para modificarla. Este concepto se encuentra también en otros trabajos (Ernst et al 1995, Mitelka 1993, Katz 1987, Pietrobelli 1995) que sugieren que "la innovación es un proceso mediante el cual las empresas aprenden y desarrollan bienes y servicios nuevos para ellos aunque no necesariamente nuevos para los competidores. Esta situación requiere el desarrollo de aprendizajes para identificar y resolver los problemas relativos a la calidad de los productos, al diseño, al mantenimiento y a la organización de la producción".

En el marco de la nueva economía mundial, la innovación es cada vez más una determinante fundamental de ventajas competitivas; a medida que ha crecido este consenso su estudio se ha abordado relacionándola con el aprendizaje tecnológico (Villavicencio, 1994).

A partir de que se ha colocado en el centro de la discusión se han generalizado algunas ideas: la empresa como depositaria aunque no única del conocimiento tecnológico; la innovación como un proceso continuo y complejo que ocurre en la esfera de la producción, presentándose tanto en las grandes como en las medianas y pequeñas empresas; la búsqueda de utilidades como el objetivo básico y último de la innovación, y el aprendizaje interactivo, que tiene lugar en las actividades económicas rutinarias como fuente de innovación y no exclusivamente en el conocimiento como saber.

La innovación industrial es un proceso amplio y dinámico que incluye distintas actividades y se concreta en el diseño y manufactura de productos, adaptación de maquinaria y herramienta, gestión e integración del proceso productivo, así como en la administración y comercialización que implica la mercadotecnia de un nuevo producto; fundamentalmente, es información y conocimiento que se transforman en nuevos productos, procesos, métodos de comercialización y organización empresarial, así como un vínculo novedoso entre agentes. Puede ser radical o incremental. La primera impulsa un cambio técnico en una o más ramas de la industria y es el resultado de una actividad deliberada de investigación y desarrollo en las empresas, universidades e institutos de investigación; mientras la segunda constituye mejoras a los productos o a los procesos existentes, siendo éstas la mayoría de las innovaciones adoptadas por la empresa, sean de producto, proceso o forma de gestión, sugeridas por ingenieros, por otro personal involucrado en los procesos productivos o por los usuarios, las cuales se encuentran estrechamente ligadas con tecnologías usadas a lo largo de la cadena productiva. Puede ser una innovación central que crea nuevos productos o procesos y los explota mundialmente, o una innovación local para responder a los diversos entornos de operación de la compañía.

Las innovaciones de producto y proceso tienen implicaciones tanto en la producción como en el aprendizaje tecnológico; se relacionan con una variedad de experiencias que en muchos casos trascienden la dimensión técnica para destacar la formación de actitudes. Las innovaciones de proceso, centradas en la sustitución de trabajo por capital, van ligadas con la desaparición de puestos de trabajo; las de producto, destinadas prioritariamente a aumentar el valor agregado

respondiendo a las demandas de mercados de consumo especializados, a la creación de nuevas funciones, aptitudes y nuevos perfiles de puestos de trabajo.

La interacción de los individuos con el dispositivo técnico de la producción no es el único factor en los procesos de cambio tecnológico. Cuando la tecnología es "dura" (maquinaria, equipo, dispositivos, herramientas, mecanismos de control y flujo de procesos), el aprendizaje depende tanto del acceso al saber tecnológico como la habilidad para usarlo. Desde un punto de vista dinámico, los procesos de innovación son los mecanismos del cambio técnico; pueden presentarse como resultado de un esfuerzo de la empresa, y actualiza y capacita a su personal o como un resultado no previsto de un aprendizaje tecnológico.

Hasta el momento no hay suficiente evidencia que permita especificar si una innovación fue producida por un viraje en la demanda del mercado o por un viraje en la oferta de ciencia y tecnología. Sin embargo, algunos resultados subrayan que el conocimiento de principios científicos no es suficiente para producir una innovación de proceso o de producto, y destacan que la interacción con el dispositivo técnico de la producción es imprescindible para llevarla a cabo; esto es, se efectúa sobre la base de conocimiento y experiencias acumuladas, así como de información de diversos orígenes.

Las innovaciones radicales o mayores implican el surgimiento de nuevos productos o servicios, se dan en las grandes empresas y se encuentran asociadas con su capacidad inventiva. Se dan también fuera o dentro de la empresa como producto de la actividad de investigación y desarrollo.

Las innovaciones incrementales frecuentemente se traducen en mejoras a procesos productivos, a la técnica existente y a las características del proceso; reducen costos o diferencian un bien o servicio ya existente y, comúnmente, son internas a la empresa. La innovación de proceso busca la mayor eliminación posible de la mano de obra del proceso productivo; la de producto se refleja en la mayor diversificación y calidad de los productos y está destinada, prioritariamente, a aumentar el valor agregado, respondiendo a las demandas de mercados segmentados de consumo especializado.

Las innovaciones de producto son características de la ventaja competitiva de las empresas de los países industrializados, influidas por la disponibilidad de recursos, el acervo diversificado de conocimientos y la búsqueda del liderazgo del mercado. Las innovaciones incrementales y las de proceso se presentan con mayor frecuencia en los países con menor desarrollo, influidas

por el interés específico en el aprendizaje tecnológico, así como por un ambiente empresarial innovador y práctico.

Las innovaciones incrementales, como práctica común, constituyen un proceso acumulativo de mejora y adaptación de procesos y eventualmente de productos, pero también forman parte sustantiva de un proceso de aprendizaje tecnológico ("aprender haciendo", "aprender usando") que tiene como límite las condiciones de la tecnología en uso, el grado de contacto con la información tecnológica disponible y la capacidad creativa de la empresa.

Hay evidencia de que las innovaciones incrementales dependen del tipo de organización de la empresa, son más comunes de lo que se piensa y se presentan como resultado del análisis de los procesos industriales, así como del análisis de las expectativas de los clientes; se dan en la empresa como un flujo de actividad y no como acto puntual; tienen la forma de un *know how* imposible de patentar o no parece necesario patentarlo; tienden a ser propiedad de la empresa, y pocas veces se dan a conocer o son publicadas (Vargas, 1996).

Se ha propuesto que las tareas y el aprendizaje se realicen en situaciones concretas y particulares al interior de empresas específicas (Padua, 1989), lo que implica que el aprendizaje en la industria es específico de un sector y una rama productiva y está en función de la tecnología utilizada, de la organización de la empresa y de las características del mercado.

La innovación tecnológica es considerada, en este trabajo, como un proceso de naturaleza diversa,²³ porque sus componentes pueden adquirirse o apropiarse por diversos instrumentos de propiedad intelectual (patentes, marcas, secreto industrial) o por otros mecanismos como contratos, estrategias de integración vertical o el aprendizaje. El conocimiento asociado con el cambio tecnológico puede estar codificado en manuales, textos, instructivos o bien, presentarse de manera tácita. Los conocimientos pueden crearse por medio del aprendizaje a través del uso y mejora del conocimiento técnico.

Cambio Técnico

En un sentido amplio, un avance, un cambio en la técnica. También es un término utilizado principalmente en economía neo-clásica para denotar un cambio en la técnica utilizada (método de producción) o la adopción de una técnica diferente. El cambio técnico se refiere a la

²³ A decir de Jasso (2000), se manifiesta en su carácter específico y acumulativo, en su costo y riesgo porque se haya sometida a la incertidumbre.

producción de un determinado producto con una cantidad o proporción distinta de insumos (trabajo y capital), o sea un desplazamiento de o a lo largo de la función de producción; el mejoramiento cualitativo de procesos o productos existentes; a la introducción de nuevos procesos o productos. El cambio técnico ocurre por medio de innovación y, en cierta medida, de difusión. Los cambios en la técnica no implican necesariamente nueva tecnología; pueden consistir simplemente de imitación y difusión de técnicas existentes o de substitución de factores. El cambio técnico juega un papel importante en modelos de crecimiento económico; existe, sin embargo, cierta controversia respecto a la medida en que es un factor exógeno en el crecimiento económico. Algunas veces se le confunde con los términos cambio tecnológico y progreso técnico.

El cambio técnico es un rasgo propio de la naturaleza del sistema económico en el que se introducen cambios en productos y en procesos, en distintas empresas e industrias. Su importancia en el desarrollo económico no es nueva, lo que parece reciente son las formas y modalidades para innovar, y el análisis que se hace para explicar su dinamismo y naturaleza Jasso (1999). Estos cambios o innovaciones pueden ser, según Carlota Pérez (1992) de dos tipos, innovaciones radicales e innovaciones graduales (incrementales). Las innovaciones radicales llevan al reemplazo de un producto por otro; un proceso por otro, una técnica de producción por otra, más aún, a la creación de nuevas ramas de industrias o de servicios.

Los dos o tres decenios posteriores a la segunda Guerra Mundial encontramos abundantes ejemplos de cambios técnicos drásticos reflejados en una sucesión de mejoras y de nuevos productos, proceso y sistemas tecnológicos que condujeron a transformaciones fundamentales en las condiciones de trabajo, en el estilo de vida y en la estructura de producción de un país a otro.

Sin embargo, a partir de la década de los años setenta se ha presentado una situación más compleja. Al igual que antes se han introducido numerosas innovaciones incrementales y en especial radicales; se han desarrollado sistemas tecnológicos totalmente nuevos, asociados con la microelectrónica y la biotecnología. Empero, el desempeño en materia de crecimiento económico mundial no ha seguido el mismo ritmo.

En la mayoría de los países en desarrollo se está llegando a la conclusión de que para encontrar una vía aceptable de crecimiento no es suficiente un ajuste macroeconómico, sino que es

necesario un cambio estructural. Un cambio estructural que logre armonizar, que logre acoplar el marco institucional a la naturaleza del cambio técnico.

Cambio Tecnológico

Un avance en la tecnología, un incremento en el conocimiento técnico o en el conjunto disponible de técnicas; un cambio en la tecnología misma, la incorporación de una nueva tecnología a la capacidad de producción. El cambio tecnológico es un cambio dentro de las relaciones técnicas de producción, un proceso estrechamente relacionado con la investigación tecnológica, invención, innovación y difusión.

El cambio tecnológico puede ser:

- (i) **Incremental** (menor, continuo, acumulativo), que resulta en el mejoramiento de la variedad disponible de productos, procesos y servicios;
- (ii) **Mayor** (radical), que resulta en nuevas tecnologías que dan origen a nuevos productos, procesos o servicios, o
- (iii) **Revolución tecnológica**, que resulta en una dinámica transformadora de la producción y distribución de bienes y servicios de la economía en su conjunto, con nuevas variedades de productos, procesos y servicios. El cambio tecnológico constituye un fenómeno complejo y selectivo, que procede por trayectorias interrumpidas por importantes discontinuidades, asociadas con el surgimiento de nuevos paradigmas tecnológicos, en los que, eventualmente, se articulan los sistemas nacionales de innovación.

Algunas de las preguntas acerca de la relación entre cambio y aprendizaje tecnológico se refieren al sistema legal bajo el cual se adquiere la tecnología y la medida en que las relaciones sociales prevalecientes en las empresas permiten o no sustentar un proceso colectivo de aprendizaje tecnológico.

El cambio tecnológico se asocia con la capacidad de los sistemas económicos o de la empresa para producir más bienes a menor costo de competencia. Dicho cambio se ha estudiado, en el contexto de la industrialización, en América Latina (Rada, 1983; Katz, 1986, y Boon y Mercado, 1990), en México (Unger y Saldaña, 1984; Mercado, 1987, y Domínguez y Brown, 1992); se le ha abordado también desde la transferencia internacional de tecnología y conocimientos en general y desde la actividad inventiva local, definida como "esfuerzo creador sistemático, dirigido a la obtención independiente de conocimientos nuevos en la esfera de la producción, sean éstos de significación mayor o menor, desde el punto de vista de su contenido innovativo"

(Katz, 1986); asimismo, ha sido definido por la organización internacional del trabajo como cualquier cambio en materiales, equipo, método, organización o producto, que altere la cantidad o calidad de la mano de obra que necesita una unidad de producto. En el caso de países de relativa industrialización, Sábato y Mackenzie (1982), y Katz (1986) han señalado la ausencia de una teoría del cambio tecnológico que ayude a comprender la problemática específica en estos países.

Enfoques sobre el cambio tecnológico en los países en desarrollo

La relación entre desarrollo regional en América Latina y políticas científico-tecnológicas ha sido enfocada desde distintos puntos de vista. Entre ellos se encuentran los enfoques: estructuralista (pasividad y activismo), de dependencia propiamente dicho y el de tecnología adecuada o apropiada, de aprendizaje tecnológico, de capacidades tecnológicas, el de gerencia de la tecnología y el de Sistema Nacional de Innovación.

Entre los diversos enfoques existen incompatibilidades; pero, también vectores compartidos, según su punto de partida, el énfasis principal, las políticas propuestas y los esquemas de desarrollo a que apuntan, entre otras variables (ver cuadro resumen).

El **enfoque estructuralista** es el seguido por la CEPAL. Según Kuri (1995) existe, en términos generales, una línea de continuidad en el pensamiento cepalino desde sus inicios hasta el presente en torno al papel del progreso técnico en el desarrollo económico, aunque cada etapa presenta rasgos específicos y matices que, en lo particular, marcan algunas diferencias. En el período tradicional, la preocupación central fue la concentración de los frutos del progreso técnico; sin embargo, las políticas que impulsaron la industrialización ponía más el acento en el crecimiento que en la distribución; primero había que acumular y una vez conseguido esto, repartir. Estas políticas llevaron a una fuerte concentración del ingreso, que al agudizarse en la década pérdida, dejó a cerca de la mitad de la población latinoamericana en condiciones de marginación social. El pensamiento cepalino moderno, por lo tanto, plantea el problema de la equidad como algo consustancial al de la competitividad, y postula que la solución para ambos depende del progreso técnico.

Por otra parte, de acuerdo con Lahera (1988), la orientación que fluye del **enfoque de la dependencia** apunta principalmente a la denuncia de un conjunto de problemas que presenta la tecnología generada en los países industrializados; inadecuación a la respectiva dotación

factorial y dificultades relativas a la transferencia de la tecnología (precios, condiciones, plazos, restricciones y otros). Sus recomendaciones de política son débiles: apertura del paquete tecnológico y control del proceso de transferencia. Se halla asociada implícitamente a una visión del desarrollo en la que al sector público le compete un papel crucial.

Una respuesta de política a la teoría de la dependencia es el **enfoque de la tecnología adecuada**. Según Lahera (1988), este enfoque sostiene que los países en desarrollo deberían adoptar una tecnología correspondiente a su dotación de recursos -orientados hacia el ahorro de capital e intensiva en mano de obra-, no contaminante y que favoreciera “otro desarrollo” más humano. Se percibe una fuerte inspiración ética, así como una valorización especial del desarrollo participativo. Sin embargo, sus pretensiones suelen ser irreales y no se exploraron con detalle aquellos aspectos específicos en los que sus postulados resultan valederos. Su enfoque del desarrollo es ecologista, alternativo.

La idiosincrasia de las funciones de producción de los países en desarrollo, dada sus diversas características, es el punto de partida del enfoque del **aprendizaje tecnológico** o también denominado microeconómico (Lahera, 1988). Este enfoque enfatiza la capacidad productiva y tecnológica existente en los países mayores de América Latina (Brasil, México y Argentina). En este sentido, Katz (1998) señala que el enfoque de los economistas neoclásicos u ortodoxos no da cuenta de la compleja dinámica del aprendizaje subyacente al proceso de industrialización sustitutiva, particularmente en los países más grandes de la región. Paralelamente a la expansión de la industria se desarrolló en estos países una cultura manufacturera sofisticada, en la medida que lograban absorber el vasto acervo tecnológico, hábito de trabajo y normas de comportamiento.

El análisis presentado acerca de los elementos que determinan el **enfoque de las capacidades tecnológicas** es resultado de una compleja interacción de estructuras e incentivos (mediados por las intervenciones gubernamentales para superar las fallas del mercado) con recursos humanos, esfuerzos tecnológicos y factores institucionales. Según Lall (1996), el desarrollo tecnológico siempre requiere de importaciones de tecnología de los países avanzados. Sin embargo, la medida de la dependencia de las tecnologías importadas y el modo que adoptan las importaciones de tecnología afectan el desarrollo de las capacidades tecnológicas nacionales. La adopción pasiva de las habilidades, conocimientos y tecnologías del extranjero puede

conducir a un estancamiento de las capacidades tecnológicas nacionales en un nivel bajo, mientras que el ingreso selectivo de tecnologías extranjeras en un proceso nacional activo de desarrollo tecnológico puede conducir al crecimiento dinámico de las capacidades tecnológicas nacionales.

En una primera aproximación puede decirse que el **enfoque de la gerencia de tecnología**, según Ávalos (1993), tiene como propósito el desarrollo de las capacidades internas a la empresa, asociadas al sistema de producción empleado por ella. El desarrollo y la consolidación de tales capacidades le permite a la empresa saber acerca de las tecnologías que requiere, acerca de la manera de evaluarlas y de comprarlas y acerca de la manera de usarlas, mejorarlas y adoptarlas, o de crearlas si fuera el caso. La gerencia de la tecnología tiene diversas funciones. En términos generales, tales funciones son las siguientes: identificación, evaluación y selección de tecnologías, desagregación de paquetes tecnológicos, negociación de tecnologías, construcción y puesta en marcha de plantas industriales, uso y asimilación de tecnologías, adaptación y mejoramiento de la tecnología, generación y comercialización de nuevas tecnologías. Dentro de cada ámbito y en relación a cada función, la gerencia de la tecnología tiene como objetivo la mayor acumulación posible de conocimientos e informaciones para la empresa.

El **enfoque del Sistema Nacional de Innovación** es ciertamente valioso para abordar y pensar la problemática de la innovación de países desarrollados y en desarrollo. Destaca los agentes e instituciones más importantes que hay que tener en cuenta en la conformación de los SNI y es lo suficientemente flexible como para adecuarse a las diversas realidades históricas e institucionales. Un SNI no se establece por decreto, ni tiene existencia jurídica. Por el contrario, nace de las relaciones dinámicas de cooperación entre los integrantes de dichos sistemas, orientados a la generación, difusión y aplicación del conocimiento. Los procesos de desarrollo tardío se han basado, especialmente en sus inicios, en la importación, adaptación y posterior mejora de tecnologías disponibles en los países avanzados. Sin embargo, para cerrar la brecha con los países desarrollados, los países en desarrollo no pueden descansar básicamente en una combinación de inversión e importación de tecnología, sino que deben incrementar sus actividades innovativas domésticas. (López, 2002).

Lo anterior permite concluir que cada uno de los enfoques aporta elementos relevantes para explicar el cambio tecnológico en los países en desarrollo. No obstante, a partir del enfoque de

aprendizaje tecnológico se evidencia el abandono del modelo lineal de innovación, existiendo una autonomía relativa del hecho tecnológico frente al científico. En el caso del enfoque de capacidades tecnológicas, se observa un énfasis en el desempeño tecnológico, propio de cada país, donde el enfoque de gerencia de tecnología pone énfasis en las capacidades internas a la empresa. Con el enfoque del Sistema Nacional de Innovación, concepto abordado por otras escuelas que critican la teoría neoclásica, llamadas neoschumpeterianas, se manifiesta una visión sistémica e interactiva del proceso de innovación y del cambio tecnológico, que de alguna manera recoge aspectos de los enfoques anteriormente mencionados.

La Tabla 4, resume los diferentes enfoques sobre el cambio tecnológico en los países en desarrollo, señalando el énfasis de cada uno, el periodo y los autores principales. Para los propósitos de esta investigación, se toman las contribuciones del enfoque del aprendizaje tecnológico y el enfoque de las capacidades tecnológicas.

Tabla 4 Enfoques sobre el cambio tecnológico en los países en desarrollo

Enfoques	Periodo	Punto de partida	Énfasis principal	Autores principales
Estructuralista	a) De pasividad tecnológica (inicio CEPAL- 1970. b) Activismo tecnológico (1980 hasta el presente)	Se apoya en el pensamiento keynesiano y sus extensiones hacia los modelos de crecimiento.	a) Configuración de un patrón de desarrollo tecnológico imitativo. b) Explicación de los factores que influyen en el cambio tecnológico (sector industrial)	Prebisch y Pinto (citados en Kuri, 1995). Fajnzylber (1988, 1992).
Dependencia	1960 – 1970	Base teórica apoyada en el pensamiento marxista. Relaciones desiguales entre países industrializados y en desarrollo.	Dominación de la tecnología, por parte del capital transnacional. (Sistemas de patentes)	Fajnzylber y Martínez (1976). Paz (1981).
Tecnología Adecuada	1960 – 1970	Surge como reacción ante el fracaso de los enfoques del crecimiento, para resolver los problemas de desempleo y de la pobreza en los países en desarrollo.	La selección de tecnologías se define en términos de criterios y objetivos: generación de empleo, satisfacción de necesidades básicas y preservación del medio ambiente.	Shumacher (1973). Stewart (1983).
Aprendizaje Tecnológico	1970 - 1980	El desarrollo tecnológico no es sólo problema del Estado si no también compete a la empresa.	Abandono progresivo del modelo lineal de innovación. Existe una autonomía relativa del hecho tecnológico frente al científico (concepción dialéctica de la innovación).	Katz (1976).
Capacidades Tecnológicas	1980 – 1990	Asigna un papel central al desempeño tecnológico propio de cada país y dominar nuevos procesos de producción adaptándolos a sus condiciones.	El uso y asimilación de nuevas tecnologías supone un mínimo de capacidades tecnológicas en los países en desarrollo para elegir, adquirir, generar y aplicar tecnologías adecuadas con sus objetivos de desarrollo.	Katz (1996). Bhalla (1996). Lall (1995 y 1996). Dahlman (1989).
Gerencia de Tecnología	1980 -1990	Antecedentes en Porter Reconocimiento explícito de la tecnología como un factor competitivo de las empresas.	Desarrollo de capacidades tecnológicas internas a la empresa, donde la gerencia de tecnología abarque tres ámbitos; 1- Adquisición, 2- Uso de tecnología y 3- Investigación y desarrollo	Avalos (1992, 1994).
Sistema Nacional de Innovación	1990 y 2002	Basado en Friedrich List. El concepto ha sido abordado por las escuelas de pensamiento evolucionista, regulacionista e institucionalista.	Los procesos de Innovación deben abordarse bajo una visión sistémica, considerando la interacción de todos los agentes involucrados en este proceso (innovación) tomando en cuenta el contexto institucional y organizacional del aprendizaje tecnológico.	Pérez (1996). Cassiolato (1994). Neffa (2000). Arocena y Sutz (2002).

Fuente: Elaboración propia con base en Avalos (1994)

Enfoque del aprendizaje tecnológico

Según Ávalos (1994), desde finales de los setenta se generaron cambios importantes que van apuntando hacia la conformación de un nuevo esquema dominante, dentro del cual el desarrollo tecnológico no es solo problema del Estado, no es sólo cuestión de contar con una buena infraestructura científica y con políticas públicas adecuadas, no es sólo cuestión de gestionar el ambiente dentro del que se mueve la empresa, sino también, asunto que le compete directamente a la firma.

Lo anterior implica un abandono progresivo del modelo lineal de innovación. Se admite la posibilidad de que la innovación no sea muchas veces resultado del conocimiento científico generado en los centros de investigación, sino de un conjunto de conocimientos muy diversos, originados en distintos lugares de acuerdo a un proceso multidireccional en donde la retroalimentación entre las diversas fases, agentes y formas de conocimiento juegan un papel crucial.

En este sentido, frente a la concepción lineal, se antepone otra forma de concepción dialéctica de la innovación, permitiéndole un espacio propio a la política tecnológica, diferente a la política científica. En el fondo de esta visión del proceso innovativo está implícito el concepto de sistema nacional de innovación.

De acuerdo con Ávalos (1994), a partir de la autonomía relativa del hecho tecnológico frente al científico, se van esbozando algunas explicaciones en torno a la naturaleza de la innovación tecnológica, dentro de las condiciones de subdesarrollo económico imperantes en los países de la región.

Es a partir del trabajo pionero de Katz (1976), donde se destaca una nueva manera de abordar el cambio tecnológico. Este autor define el aprendizaje tecnológico como la segunda fase o etapa evolutiva de un proceso productivo o un diseño de producto; después de la fase inicial de introducción del mismo. El rasgo central que caracteriza a esta segunda fase tecnológica es el de la aparición de diversas formas de aprendizaje asociadas a la adaptación del producto y/o proceso productivo al medio receptor, y a su mejora gradual a través del tiempo, así como a la adecuación del medio receptor a las condiciones de operación y funcionamiento de los productos y/o proceso incorporados. (Katz, 1976).

En su estudio sobre la industria manufacturera de Argentina, mostró la importancia de los esfuerzos tecnológicos a nivel de planta en los países semiindustrializados (PSI) como fuentes de aumento de la productividad. Las empresas debían construir su propia capacidad tecnológica para hacer uso adecuado de la tecnología importada y dicha capacidad originaba una proporción significativa de las mejoras obtenidas. También contribuía a tales mejoras el propio incremento de la producción, por medio del efecto del aprendizaje espontáneo del tipo aprender haciendo; y por lo tanto también estaba asociado con la historia productiva de las empresas. Admitía que en la práctica las empresas examinadas no generaban actividad inventiva “nueva y mayor”, pero que muchas dedicaban recursos a la provisión de un cierto flujo de actividad inventiva “menor e independientemente gestada”, no solo para adaptar sino también para mejorar marginalmente los procesos productivos o los diseños de los productos obtenidos a través de la importación. Sin ignorar que el dinamismo innovativo decrece a lo largo de la historia comercial de los productos. Resaltaba que la fabricación de productos maduros en los países de semi-industrialización estaba asociado con la introducción de mejoras que, a su vez, resultan del aprendizaje que tiene lugar en el seno de las empresas que las adoptan (Burachik, 2000).

En este sentido, el concepto de innovación que maneja Katz (1976) es más amplio que el de Schumpeter, reemplazando el requisito de “novedad” por el de “derivación” o “gestación independiente”. Por lo tanto, define como la actividad inventiva local a todo esfuerzo creador sistemático dirigido a la obtención independiente de conocimientos nuevos en la esfera de la producción, sean éstos de significación mayor o menor desde el punto de vista de su contenido innovativo.

En este caso actividad inventiva abarcaría:

- i) Todo **trabajo exploratorio inicial** llevado a cabo con la expectativa de que el conocimiento obtenido tendrá uso en la producción.
- ii) Todo **trabajo de desarrollo mayor** dirigido a la formulación de las propiedades centrales de un proceso o producto nuevo.
- iii) Todo **trabajo de investigación aplicada y desarrollo menor** dirigido hacia el logro de mejoras y adaptaciones de proceso y/o productos.

La tesis central de este estudio, sostiene que una teoría del cambio tecnológico que arroje cierta luz sobre el proceso de modernización técnica de países como Argentina, México o Brasil debe

necesariamente ser una teoría que contemple la existencia de dos momentos o fases tecnológicas diferenciadas en el proceso de modernización técnica de dichos países:

a) Fase de adquisición tecnológica

Se refiere al momento o etapa en que se adquiere un cierto diseño tecnológico en el mercado internacional de tecnología y se transfiere al ámbito local para utilizarlo domésticamente.

b) Fase de aprendizaje tecnológico

Esta segunda fase tecnológica implica una etapa posterior a la transferencia de tecnología en sí, e incluye como hecho central el fenómeno de aprendizaje doméstico que, en mayor o menor grado, ocurre dentro del marco de una tecnología esencialmente dada, y que implica tanto la gradual adaptación del diseño tecnológico extranjero a las condiciones propias de su utilización local, como también la gradual adecuación de las circunstancias ambientales domésticas con el fin de incorporar lo transferido.

De acuerdo con Katz (1971), en los países de relativa industrialización existen dos fases tecnológicas: de adquisición o incorporación de tecnología (transferencia de primer orden) y de asimilación, asociada a la investigación y desarrollo de carácter adaptativo, esto es, realizada dentro del marco de un determinado diseño de planta o producto y llevada a cabo con el propósito de adaptar, o marginalmente mejorar, procesos y productos a las circunstancias propias de su utilización local. Señala, también, que el rasgo económico central de esta etapa es debido a la aparición, en el marco del país receptor, de diversas formas de aprendizaje asociadas también con las condiciones del medio receptor y la gradual adecuación de éste a los requerimientos y exigencias de los productos y procesos incorporados.

Así, mientras la innovación local responde a necesidades de su entorno relacionadas con mercados, el cambio técnico responde a necesidades del sistema de producción. En ambos casos, la búsqueda de costos más bajos estimula la creatividad y las soluciones técnicas, en un proceso que implica desarrollo y manufactura, y da como resultado una variedad de aprendizajes tanto técnicos como administrativos, y habilidades (dirección, control, coordinación, administración de proyectos, etc.). Dichos beneficios no son automáticos, dependen de la acumulación anterior de tecnología, de la dirección de la experiencia acumulada y de la capacidad de aprendizaje de las empresas.

En países industrializados, el cambio técnico está estrechamente vinculado con la naturaleza de las actividades de innovación, mientras que en el caso de las economías de desarrollo relativo

se vincula con el préstamo, la imitación y la adaptación de tecnología de economías más avanzadas. Los resultados de investigaciones empíricas han destacado el aprendizaje tecnológico como particular de cada empresa, relacionado con las formas particulares de utilización de la tecnología, sustentado en los modos de articulación de los diversos componentes, así como con los modos de interrelación de los diversos actores de la producción.

Enfoque de las capacidades tecnológicas

En la década de los ochenta e inicio de los noventa, ha surgido cierto número de “enfoques no convencionales” de las cuestiones tecnológicas, que asignan un papel central al desempeño tecnológico propio de cada país para dominar nuevos procesos de producción adaptándolos a las condiciones en él imperantes, mejorándolos dentro de la economía y explotándolos fuera de sus fronteras a través del crecimiento y diversificación de las exportaciones de manufacturas, así como de la exportación de las tecnologías mismas. (Lall, 1995).

En este sentido, el uso y la asimilación de nuevas tecnologías supone un mínimo de capacidades tecnológicas en los países en desarrollo para elegir, adquirir, generar y aplicar tecnologías adecuadas con sus objetivos de desarrollo.

Katz (1996) señala que el desarrollo de las capacidades tecnológicas nacionales en los países de industrialización tardía se dio dentro de los límites impuestos por el proceso de crecimiento “orientados hacia el interior” bajo el modelo de sustitución de importaciones. Las empresas industriales se vieron obligadas a utilizar una cantidad considerable de conocimientos tecnológicos y de ingeniería “caseros” para adaptar al ambiente local tanto los productos como las tecnologías de producción transferidas del extranjero.

Taxonomía de las Capacidades

El desarrollo de las capacidades tecnológicas de las empresas, según Lall (1996), es resultado de inversiones que estas realizan como respuesta a estímulos externos e internos y de la interacción con otros agentes económicos, tanto privados como públicos, nacionales como extranjeros. Existen factores que son específicos de las empresas y otros que son comunes a ciertos países.

La taxonomía de Bell y Pavitt (1993, 1995) clasifica las principales capacidades tecnológicas a partir de cuatro funciones técnicas: dos básicas y dos de apoyo. Las primeras son: **i)** actividades de inversión y **ii)** actividades de producción. Las dos funciones de apoyo son **i)** el desarrollo de vínculos con empresas e instituciones y **ii)** la producción de bienes de capital. Los niveles de

capacidades tecnológicas se definen por el grado de dificultad de las actividades. Estas van desde los niveles más básicos de las capacidades de producción rutinaria, hasta tres niveles (básico, intermedio y avanzado) de profundidad de las capacidades de innovación.

Basados en la taxonomía de Bell y Pavitt, se han realizado un buen número de estudios sobre los procesos de aprendizaje al interior de las empresas. A partir de esta se abrió una importante línea de investigación basada en estudios de caso y de encuestas, los cuáles han buscado identificar las características clave de los procesos de aprendizaje, así como los factores que estimulan y limitan estos procesos.


Dichos estudios han podido documentar los procesos de aprendizaje en las empresas, tratando de explicar cómo estas, se han movido de tener las habilidades mínimas para operar las plantas, a ser capaces de emprender actividades innovadoras en algunos casos.

La matriz de capacidades tecnológicas

A partir del marco analítico desarrollado por Bell y Pavitt (1995) y Lall (1992); Dutrenit, Veracruz y Arias (2003), analizaron diferentes niveles de funciones técnicas y capacidades tecnológicas para empresas en países en desarrollo. Componen una matriz de capacidades tecnológicas, que permite identificar y examinar las diferentes capacidades con que una empresa puede contar.

La matriz de capacidades tecnológicas (véase Tabla 5) permite establecer la diferencia entre las capacidades tecnológicas básicas de producción (elementos que fueron descritos, por otros autores, como capacidad de producción) y las capacidades tecnológicas innovativas. También precisa entre lo que podría llamarse “profundidad” de las capacidades tecnológicas. Un nivel básico de capacidades permite sólo una contribución al cambio relativamente menor e incremental; pero en los niveles intermedios y avanzados, las capacidades tecnológicas consiguen una contribución más sustancial, novedosa y ambiciosa al cambio.

Tabla 5 Matriz de capacidades tecnológicas

Nivel 	Función Técnica de Inversión		Función Técnica de Producción		Función Técnica de Soporte		
	<i>Toma de Decisiones y Control</i>	<i>Preparación y Ejecución del Proyecto</i>	<i>Centradas en Procesos y Organización de la Producción</i>	<i>Centradas en el Producto</i>	<i>Vinculación Externa</i>	<i>Vinculación Interna</i>	<i>Desarrollo de Equipo</i>
Operativas Básicas							
Innovativas Básicas							
Innovativas Intermedias							
Innovativas Avanzadas							

Fuente: Dutrénit, Vera-Cruz, Arias, Avendaño, Gil, Sampedro, Urióstegui (2002), “Marco analítico para el análisis de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas, adaptada de Bell y Pavitt (1995).

La matriz se divide en tres funciones técnicas (*inversión, producción y soporte*) necesarias para desarrollar capacidades tecnológicas. Las actividades productivas que integran a cada una de las funciones antes señaladas son: *en Inversión* (Toma de decisiones y control y Preparación y ejecución de grandes proyectos de inversión; *en Producción* (Centradas en los procesos y organización de la producción y Centradas en el producto) y *finalmente las de Soporte* (Vinculación interna, Vinculación externa, y Desarrollo de equipo).

A continuación, se describen cada una de las funciones técnicas:

Las funciones técnicas de inversión

Son aquellas que se requieren antes de crear nuevas instalaciones o expandir la planta existente. Se incluyen en ellas, las capacidades para identificar necesidades potenciales, preparar y obtener la tecnología necesaria y habilidades para diseñar, construir, equipar y conseguir personal calificado. Habilidades para determinar el costo de la inversión del proyecto, su conveniencia, el tamaño de planta, la diversidad de productos, las características de la tecnología, la búsqueda de fuentes de tecnología, la negociación de contratos y la logística de abastecimientos.

Las funciones técnicas de producción

Se pueden jerarquizar en básicas, intermedias y avanzadas. Las básicas incluyen habilidades para atender el control de calidad, la operación de los equipos y el mantenimiento. Las intermedias son las capacidades para hacer adaptación de equipos, mejoramiento de productos y procesos o su uso en otras aplicaciones, así como habilidades para asimilar tecnologías importadas. Las avanzadas implican capacidades innovadoras de alto riesgo basadas en

investigación y desarrollo que permite el mejoramiento de procesos y productos caseros, así como la habilidad para establecer vinculaciones con instituciones de investigación y desarrollo fuera de la empresa (Lall,1996).

Las funciones técnicas de soporte

Son aquellas habilidades que permiten a las empresas recibir y transmitir información, conocimientos, experiencia y tecnología de agentes localizados en el medio externo tales como: proveedores, clientes, socios, competidores, ferias tecnológicas, revistas especializadas, patentes, subcontratistas, consultoras tecnológicas, escuelas técnicas instituciones universitarias públicas y privadas, etc.

Como señala Lall (1996), la conceptualización solo es indicativa, ya que no es fácil juzgar con anticipación si una capacidad tecnológica es sencilla o compleja, importante o sin importancia para la empresa.

El Proceso de acumulación de capacidades tecnológicas

El proceso de aprendizaje tecnológico está determinado por presiones tanto internas como externas a la empresa. Por tanto, los sistemas económicos nacionales son el marco en el cual las empresas producen, venden y compiten ya sea dentro de cada sistema económico o entre ellos, es decir, colocando sus bienes o servicios en el mercado interno o exportando a otros mercados, lo que hace de la productividad la clave para conformar la cultura tecnológica de las empresas y los sectores económicos en constante competencia a nivel mundial.

El proceso de acumulación de capacidades tecnológicas se basa en procesos de aprendizaje (Bell, 1984, Katz, 1986 y 1987). Al aprendizaje se le considera la vía para la construcción de las capacidades tecnológicas. De acuerdo con Bell y Pavitt (1995), el aprendizaje tecnológico se refiere a “cualquier proceso en el que los recursos para generar o administrar el cambio técnico (las capacidades tecnológicas) son incrementados o reforzados”.

El proceso de aprendizaje tecnológico no es automático, por el contrario, es gradual y acumulativo por naturaleza; es un proceso social y colectivo; es local y tiene una dimensión tácita Bell (1984). De igual modo apunta que es necesario invertir directamente en los procesos de aprendizaje para acumular capacidades tecnológicas; este proceso sobretodo requiere de una estrategia deliberada de aprendizaje.

Basados en la descripción de dos casos exitosos en la construcción de capacidades tecnológicas, Dahlman y Valadares Fonseca (1987) y Kim (1997) revelan la existencia de estrategias

deliberadas implementadas por aquellas firmas para asimilar la transferencia tecnológica y adquirir capacidades tecnológicas.

Dodgson (1993) señala que el término “aprendizaje” ha sido utilizado al menos de dos formas por diferentes cuerpos de literatura. La básicamente económica y la de administración de negocios e innovación:

[...] intenta examinar los resultados del aprendizaje, antes de comprender lo que el aprendizaje realmente es y cómo es que estos resultados son logrados. En contraste, el proceso de aprendizaje es una de las mayores preocupaciones en la teoría organizacional y en la teoría psicológica.

Por ejemplo, un conjunto de autores se concentra en los efectos del aprendizaje, así como en los indicadores de desempeño, los cuales revelan la existencia de capacidades tecnológicas y de procesos de aprendizaje, mientras que Bell y Pavitt (1995) y Lall (1987 y 1992) analizan el aprendizaje como un proceso de acumulación de capacidades tecnológicas. Bell y Pavitt argumentan que es necesario diferenciar entre la acumulación de cierta cantidad de recursos y el uso de ellos para generar y administrar procesos en la innovación.

La literatura sobre aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas establece vínculos directos entre ambos fenómenos. Tal como la definición indica, los procesos de aprendizaje son el vehículo para adquirir capacidades tecnológicas, estos autores resaltan el proceso y los mecanismos mediante los cuales las empresas pueden desarrollar un proceso evolutivo y secuencial de acumulación de las capacidades tecnológicas.

A nivel de empresa o sector industrial, en países en desarrollo, la Capacidad Tecnológica se entiende como la habilidad para seleccionar, asimilar, adaptar y mejorar tecnología existente o importada, y/o crear nueva tecnología. En estos procesos se requiere de un continuo esfuerzo tecnológico, que, a su vez, se define como la habilidad para usar conocimiento tecnológico de manera efectiva. Así, el solo hecho de contar con el equipo e instrucciones de operación, patentes y diseños, no asegura que la tecnología se aplicará apropiadamente.

Lall (1992), señala que estos elementos “incorporados” de una tecnología deben acompañarse por un número de elementos tácitos, que tienen que ser enseñados y aprendidos. Por lo que el éxito de la transferencia de una nueva tecnología a un país en desarrollo tiene que incluir un elemento importante: la construcción de capacidad.

En la literatura se han propuesto varias categorías de actividades tecnológicas en los países en desarrollo y se ha identificado una serie de etapas en el proceso de adquisición o desarrollo de capacidad tecnológica.

La secuencia más común se puede resumir en las siguientes etapas:

1. Identificación de una oportunidad o un problema (ya que aprovechar la oportunidad o resolver el problema implica una dimensión tecnológica).
2. Explorar las soluciones tecnológicas posibles, estudiar y seleccionar las más apropiadas y, si es necesario, negociar efectivamente la adquisición del nuevo conocimiento tecnológico.
3. Operar la tecnología.
4. Adaptar la tecnología a las condiciones locales (según precios locales de los insumos y productos, el rango de habilidades disponibles localmente, los gustos del mercado local, la disponibilidad de materias primas, el clima, etcétera).
5. Modificar la tecnología en respuesta a los cambios del entorno económico (incremento de productividad, nueva presentación).
6. Modificar substancialmente el proceso o el producto (cambio mayor a la tecnología original).
7. Llevar a cabo investigación y desarrollo interna en una forma organizada y sistemática

En esta secuencia de etapas se considera en forma general que existe un incremento cualitativo en la profundidad y complejidad del conocimiento requerido para llevar a cabo cada etapa. Sin embargo, no debe creerse que cada empresa pase por toda la secuencia.

Esta serie de etapas en la adquisición de capacidades tecnológicas se puede analogar con lo que otros autores dentro de la misma literatura identifican como las formas de dichas capacidades: Así, las etapas 1 y 2 corresponden a la capacidad de adquisición tecnológica, la etapa 3 a la capacidad de asimilación, las etapas 4 y 5 a la capacidad de modificación (o cambio menor) y las etapas 6 y 7 a la capacidad de innovación. A estas formas se añaden la capacidad de ingeniería y de diseño, así como la capacidad de vinculación.

De acuerdo con Villavicencio (1994), el aprendizaje tecnológico abarca dos dimensiones: La primera se refiere a conocimientos que se concretizan materialmente en maquinaria y equipo,

dispositivos de producción y documentos, lo cual brinda la oportunidad de formalizarlos y transmitirlos a otras personas.

La segunda es con respecto a los conocimientos detentados por los actores de la producción.

En estas dos dimensiones, se acumulan conocimientos originales, esto es, los que resultan, la mayoría de las veces, de experiencias individuales y colectivas, acumulados en largos procesos de aprendizaje y que son difíciles de formalizar en documentos, ya que sólo es posible percibirlos de manera parcial en la práctica por quienes ejecutan los procesos de trabajo y producción.

Según esta propuesta, el aprendizaje tecnológico consta de cuatro momentos al interior de una empresa:

Momento de la adquisición e instalación del equipo. Este paso está relacionado con la transmisión de información por parte del proveedor, necesaria para su funcionamiento.

Momento de puesta en marcha u operación del equipo. Esta fase del aprendizaje tecnológico se relaciona con la capacidad de efectuar correctamente las diferentes funciones para las cuales el equipo fue concebido.

Momento de mantenimiento y reparación del equipo. Está ligado a la posibilidad de lo que se le ha llamado ingeniería en reversa.

Momento de modificaciones o mejoras. Es decir, de transformar el equipo y permitir la integración de nuevas funciones requeridas por el mercado.

Al incidir en los primeros tres pasos, se propicia una capacidad de hacer crecer el aprendizaje tecnológico cualitativa y cuantitativamente, tanto en el plano técnico como en el económico; esto brinda la oportunidad de entrar en el cuarto momento, que consiste en crear innovaciones incrementales o radicales en procesos o equipos.

Conclusiones

El desarrollo tecnológico requerido para la industrialización exitosa en países en desarrollo no ha dependido del tipo de innovación mayor. Mientras que otras formas de capacidad tecnológica han contribuido grandemente al logro de una producción eficiente, la innovación mayor ha tenido poca importancia. Una adecuada capacidad de absorción tecnológica (adquisición, asimilación, adaptación y cambio menor) puede ser suficiente para el logro de una productividad cercana o igual a los niveles mundiales. Esto significa que, sin ser autosuficientes

tecnológicamente, es posible acumular, con el esfuerzo requerido, capacidades tecnológicas locales.

Principales contribuciones de la literatura sobre el aprendizaje y la construcción de capacidades tecnológicas en países en desarrollo.

Proporcionar un marco analítico de gran valor para entender los procesos de construcción de capacidades tecnológicas a nivel de empresa es la principal contribución de esta literatura. Este marco analítico ha sido construido a partir de una fuerte base empírica. Sus principales contribuciones se enumeran enseguida:

- 1) Demuestra que la transferencia de la tecnología requiere de procesos de aprendizaje y del desarrollo de ciertas capacidades locales. Asimismo, revela que muchas empresas de países en vías de desarrollo, evidentemente avanzaron en el fortalecimiento de dichas capacidades a partir de procesos de transferencia de tecnología durante el periodo de economía cerrada.
- 2) Ha generado una importante evidencia de que el aprendizaje no es un proceso automático ni barato, y que para ser efectivo requiere esfuerzos deliberados. Varios autores reconocen que existen diferencias en el esfuerzo tecnológico de las empresas y que la profundidad de las capacidades tecnológicas, alcanzadas en promedio, puede variar según el tipo de industria, el tamaño de la empresa, el nivel del desarrollo del mercado y de las estrategias comerciales adoptadas.
- 3) Se ha hecho una importante distinción entre las capacidades tecnológicas y la capacidad de producción. Las primeras se refieren a los conocimientos y habilidades incorporadas en las personas y en las organizaciones. Ellas son una capacidad dinámica que permite a las empresas que la poseen absorber, adaptar y mejorar el conocimiento existente, no son un conjunto dado de equipamiento y de capacidades de producción simplemente.
- 4) Ha centrado su atención en demostrar que países en vías de desarrollo han generado un proceso secuencial y evolutivo de acumulación de capacidades tecnológicas a lo largo del tiempo, enfocándose al análisis de cómo las capacidades tecnológicas son acumuladas, y a la identificación de los mecanismos y procesos comunes de impulso al desarrollo tecnológico. En este sentido los esfuerzos de estos autores se han concentrado en la identificación y análisis de patrones generales de comportamiento de diferentes tipos de empresas; por otra parte, las diferencias de comportamiento entre empresas individuales no ha sido un tema importante de preocupación para estos autores.

5) En general, esta literatura presenta una visión optimista sobre las capacidades de aprendizaje de las empresas en países en vías de desarrollo. El objetivo de un buen número de trabajos ha sido documentar la existencia de procesos de aprendizaje al interior de empresas en dichos países, y mostrar que mediante estos procesos ellas adquirieron capacidades tecnológicas.

6) Esta información muestra que las empresas usan una gran variedad de mecanismos de aprendizaje y que estos experimentan cambios con el tiempo (predominancia de aprendizaje de fuentes externas en las etapas tempranas de las empresas, y de fuentes internas conforme estas van construyendo y acumulando más capacidades tecnológicas). El aprendizaje se genera mediante una gran variedad de fuentes formales e informales, tales como investigación y desarrollo, actividades de innovación asociadas a la adaptación y modificación incremental de tecnologías existentes, experiencias de producción, actividades de ingeniería asociadas a proyectos de expansión de capacidades instaladas, proveedores de equipamiento, etc. El aprendizaje por sí mismo no siempre genera progreso; sin embargo, las ventajas económicas que pueden ganarse con un aprendizaje efectivo son bastante obvias, tales como incrementos de la productividad, una mayor independencia de la industria local y de la administración tecnológica, la capacidad de escoger y obtener a precios favorables la tecnología extranjera más adecuada, y la habilidad para responder de mejor forma a cambios técnicos y económicos externos.

7) Reconoce ampliamente el rol del contexto y de los estímulos externos en los procesos de aprendizaje y de construcción de capacidades tecnológicas. (Lall, 1987, y Katz, 1987).

Esta investigación se apoyó en las contribuciones hechas por esta literatura, las cuales han fortalecido el entendimiento de los procesos ya mencionados, para explorar el problema de la dirección de causalidad entre el incremento en la capacidad productiva y los procesos de aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas.

Referencias

- Argyris, C. y D.A. Schön (1978), *Organizational Learning: A Theory of Action Perspective*, Reading, MA: Addison-Wesley.
- Bell, M. (1984), "'Learning' and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries", in K. King and M. Fransman (eds), *Technological Capacity in the Third World*; pp. 187-209, London, Macmillan.
- Dutrénit G., A. Veracruz Y A. Arias (2003), "Diferencias en el perfil de acumulación de capacidades tecnológicas en tres empresas mexicanas", *Revista El Trimestre Económico*, No. 277 (enero-marzo), pp. 109-165.
- Dutrénit, G. (2000a), *Learning and Knowledge Management in the Firm: From Knowledge Accumulation to Strategic Capabilities*, Cheltenham: Edward Elgar.
- Dutrénit, G. (2001), *El papel de las rutinas en la codificación del conocimiento en la firma*, documento de trabajo, UAM-X.
- Dutrénit, G. y S. Flores de Hoyos (2001), *Hacia un sistema para administrar el conocimiento: barreras, impulsores y lecciones aprendidas*, documento de trabajo, UAM-X/IMP, memorias del congreso de Adiat, Veracruz, abril.
- Dutrénit, Gabriela. (2000), *Learning and Knowledge Management in the Firm: From Knowledge Accumulation to Strategic Capabilities*, Edward Elgar, Great Britain.
- Dutrénit, Vera-Cruz, Arias, Avendaño, Gil, Sampedro, Uriostegui (2002): "Marco Analítico para el Análisis de los Procesos de Acumulación de Capacidades Tecnológicas", documento de trabajo; proyecto: *Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial: Generación de Capacidades de Innovación en la Industria Maquiladora de México*, COLEF/FLACSO/UAM.
- Enos J.L. (1991) *The Creation of Technological Capability in Developing Countries*, International Labour Office (ILO), World Employment Programme, Pinter Publishers, Londres.
- Figueiredo, P., (2001): *Technological Learning Processes and Competitive Performance*, Cheltenham, Edward Elgar.
- Jasso, J. y A. Torres, (2002), "La creación de capacidades tecnológicas. La importancia del aprendizaje tecnológico", VII Foro de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM.
- Katz, J., (ed.) (1986), *Desarrollo y Crisis de la Capacidad Tecnológica Latinoamericana*, Buenos Aires, BID-CEPAL-CIID-PNUD.
- (1971), *Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente*, CIE/ Instituto Di Tella, Buenos Aires.
- Katz, Jorge (1976). *Importación de Tecnología, Aprendizaje e Industrialización Dependiente*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Kim, L. (1997), *From Imitation to Innovation. The Dynamics of Korea's Technological Learning*, Boston, Mass., Harvard Business School Press.
- Lall, Sanjaya (1996) "Las Capacidades Tecnológicas". En Salomón, Jean - Jacques; Sagasti Francisco y Sachs, Celine (Comps.). *Una Búsqueda Incierta, Ciencia, Tecnología y Desarrollo*. México. *El Trimestre Económico/F.C.E. Lectura N° 82*. pp. 301-342.
- Levitt, B. y J. March (1988), "Organizational Learning", *Annual Review of Sociology*, Vol. 14, pp. 319-340.
- Lundvall, B. "Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation." en Dosi et. al. 1988.

- Nelson, R. y S. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge MA.
- Nonaka, I. y H. Takeuchi (1995), *The knowledge-creating company*, New York, Oxford University Press.
- OCDE (1996), *Manual de Frascati*, OCDE, México.
- Padilla, Salvador. (2006), *Desarrollo de capacidades tecnológicas locales: una aproximación al caso de Michoacán*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Pavitt, K. (1984): Patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory, *Research Policy*, vol. 13, N° 6, Amsterdam, Elsevier Science.
- Penrose, E., (1959/1972), *The Theory of the Growth of the Firm*, Basil Blackwell, Oxford.
- Pirela A., R. Rengifo, R. Arvanits y A. Mercado, "Technological Learning and Entrepreneurial Behaviour: a Taxonomy of the Chemical Industry in Venezuela", *Research Policy*, vol. 22, 1993.
- Polanyi, M. (1966), *The Tacit Dimension*, Routledge & Kegan Paul, London.
- Prahalad, C.K. y G. Hamel (1990), *The Core Competence of the Corporation*, Harvard Business Review, mayo-junio, Vol. 68, No. 3.
- Romijn, H. (1999): *Acquisition of Technological Capability in Small Firms in Developing Countries*, Londres, Macmillan.
- Rosenberg, N. (compilador). *Economía del Cambio Tecnológico*. FCE. 1979.
- Teece, D., G. Pisano y A. Shuen (1990), 'Firm Capabilities, Resources and the Concept of Strategy', Working Paper 90-8, Berkeley, Consortium on Competitiveness and Cooperation, University of California, Center for Research in Management.
- Villavicencio, D. (1990), "La Transferencia de Tecnología: un Problema de Aprendizaje Colectivo", *Argumentos*, no. 10-11, pp. 7-18.
- Villavicencio, D. y R. Arvanitis (1994), "Transferencia de Tecnología y Aprendizaje Tecnológico. Reflexiones Basadas en Trabajos Empíricos", *El Trimestre Económico*, Vol. LXI (2), no. 242, abril-junio, pp. 257-279.