

Revista  
**m**

Mayo 2003

**ma** **dri** **+** **d**

Revista de Investigación en Gestión de la Innovación y Tecnología

[www.madrimasd.org/revista](http://www.madrimasd.org/revista)

La investigación en gestión de la innovación

# Sumario

<b>1. Presentación</b>	3
<b>2. Tribuna de debate</b>	
<b>La investigación en dirección de la innovación (Mariano Nieto Antolín. Catedrático de Organización de Empresas, Universidad de León)</b>	<b>7</b>
<i>Coestión estratégica de la tecnología y economías de aglomeración (Carlos A. Benavides Velasco; Cristina Quintana García. Grupo de Investigación «Innovación Tecnológica y Calidad», Universidad de Málaga)</i>	19
<i>Los círculos viciosos en transferencia de tecnología universidad-empresa (Ramiro Lago, Profesor de la Universidad Antonio de Nebrija; Juan José Mangas, AYDE, S.L.)</i>	35
<i>La importancia de los mapas de trayectorias tecnológicas en la transferencia de tecnología (Francisco Larios Santos. Director de Calidad y Control. Cirsa Interactive Corp.)</i>	47
<i>La innovación en las PYMES de la Unión Europea: algunas conclusiones del proyecto SMEPOL (Antonio Vázquez Barquero; Javier Alfonso Gil; Antonia Sáez Cala. Universidad Autónoma de Madrid)</i>	61
<i>La dirección de la I+D compartida. Características de la cooperación entre empresas y organizaciones de investigación (Luis Ángel Guerras Martín; M.ª Ángeles Montoro Sánchez; Eva María Mora Valentín. Departamento de Organización de Empresas. Universidad Rey Juan Carlos)</i>	67
<b>3. Aula abierta</b>	
<i>Aproximación al capital intelectual de las empresas (Montserrat Sierra Fernández; Alfonso A. Rojo Ramírez. Universidad de Almería)</i>	93
<i>Agencia de protección de datos de la Comunidad de Madrid (Antonio Troncoso Reigada. Director de la Agencia de Protección de Datos, Comunidad de Madrid)</i>	111
<i>Las certificaciones de proyectos de I+D+i: origen y beneficios empresariales (Ana M. Sánchez Granados. Directora General de AIDIT)</i>	115
<i>Las nuevas herramientas de gestión de intangibles: una aplicación al sector de la automoción (Juana Cecilia Trujillo Reyes; José Miguel Rodríguez Antón, Universidad Autónoma de Madrid)</i>	121
<i>Encuentro con el futuro: algunas conclusiones del foro de biotecnología Biospain 2003 (Antonio Mora Guanche. Investigador de la Universidad Politécnica de Madrid, Ex-Director General de Industria del Gobierno de Canarias)</i>	133
<b>4. Investigación</b>	
<i>La estabilidad laboral de los investigadores en España: algunos puntos críticos (Julián García Pareja. Responsable del seguimiento de los Proyectos de Investigación en Ciencias de la Salud, Servicio de Seguimiento y Control de Subvenciones. Dirección General de Investigación)</i>	141
<i>Resultados del estudio realizado a las empresas aragonesas en internet mediante la realización de una encuesta por medios telemáticos (Luis Navarro Elola; Jesús Pastor Tejedor; Ana Clara Pastor Tejedor. Centro Politécnico de Ingenieros de Zaragoza)</i>	153
<i>Reivindicación de la investigación universitaria (José Ramón Casar Corredera. Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid)</i>	159
<i>Metodología y resultados del índice iaiif de la innovación regional (Mikel Buesa; Joost Heijs; Thomas Baumert; Mónica Martínez Pellitero. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense de Madrid)</i>	163
<b>5. Entrevistas</b>	
<i>Entrevista a D. Virgilio Zapatero Gómez, Rector de la Universidad de Alcalá de Henares</i>	175
<i>Entrevista a D. Pedro González-Trevijano, Rector de la Universidad Rey Juan Carlos</i>	179
<b>6. Reseñas bibliográficas</b>	
<i>Presentación de la colección «Clásicos Cotec de gestión de la innovación» (Manuel Zahera. Director de promoción de la Fundación Cotec)</i>	186
<i>Revista valenciana d'estudis autonòmics (2002), La tecnología y la innovación en las PYME's de la Comunidad Valenciana. Informe 2001 del Alto Consejo Consultivo en I+D de la Presidencia de la Generalitat Valenciana, Valencia</i>	188
<i>Cuhls, K.; Blind, K.; Grupp, H. (2002), Innovations for our future. Physica-Verlag, Heidelberg. New York</i>	189
<i>Villota, L.; Ledesma, J. (2002), Beneficios fiscales en las relaciones investigación-empresa. Academia Europea de Ciencias y Artes, Delegación Española. Documento de Trabajo</i>	189
<b>7. Con otro aire</b>	
<i>El Sumo Pontífice (Patricio Morcillo)</i>	193

# La investigación en dirección de la innovación

**Mariano Nieto Antolín**

Catedrático de Organización de Empresas  
Universidad de León

## resumen

En este artículo se discuten y analizan los principales problemas que tiene planteados la investigación en Dirección de la Innovación (DI) en la actualidad. Para ello, en primer lugar, se delimita y se exponen las características más sobresalientes de este campo de estudio.

Seguidamente, se describe la evolución que ha experimentado la DI como disciplina científica identificando los principales enfoques de estudio y aspectos investigados. En el tercer apartado se apuntan las tendencias actuales en la investigación en DI. Por último, se recogen las principales fuentes de información para el estudio de la DI en lo que respecta a revistas académicas.

## palabras clave

dirección

innovación

«El cuerpo de conocimientos que, en la actualidad, configura la DI se ha ido consolidando a lo largo de los últimos 30 años a partir de las aportaciones procedentes de distintas disciplinas científicas...»

## 1. CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN EN DI

¿Qué es la Dirección de la Innovación? Responder a esta cuestión en cualquier disciplina científica, siempre plantea problemas ya que habitualmente no suele existir consenso a la hora delimitar los contenidos de un campo de estudio. En el caso de la Dirección de la Innovación (DI), por ser una materia en proceso de consolidación que ha surgido en la confluencia de distintas ciencias sociales, presenta dificultades añadidas. El cuerpo de conocimientos que, en la actualidad, configura la DI se ha ido consolidando a lo largo de los últimos 30 años a partir de las aportaciones procedentes de distintas disciplinas científicas como la Sociología, la Historia, la Economía y distintos campos de la Dirección de empresas (muy especialmente la Dirección estratégica, la Dirección de operaciones y el Comportamiento organizativo).

Una buena aproximación para delimitar lo que se entiende por DI se puede realizar a partir de la enumeración de temas de investigación definidos por la división que agrupa a los investigadores dedicados al estudio de la dirección de la innovación y la tecnología (*Technology and Innovation Management División*) de la *Academy of Management*. En la tabla 1 se recogen los temas estudiados por esta división ([www.aomonline.org](http://www.aomonline.org)).

El campo de estudio de la DI es esencialmente multidisciplinar y se nutre del diálogo establecido entre directivos, consultores y académicos de distintas procedencias. Por ejemplo, algunos historiadores de la tecnología como Natan Rosenberg (1982) o Paul A. David (1985) han identificado distintas fuentes de aprendizaje (*learning by doing*) y han desarrollado conceptos como *path dependence* que han contribuido a presentar una visión dinámica y evolutiva del proceso de innovación. Las aportaciones de economistas como Joseph A. Schumpeter

(1911), Kenneth J. Arrow (1962a) o Richard R. Nelson y Sydney G. Winter (1982) han tenido un impacto determinante en las investigaciones que se han realizado con posterioridad sobre la dirección de la innovación a nivel empresa. También, desde el campo de la sociología los trabajos de Bieve E. Bijker (1987) han analizado el complejo proceso social en el cual los valores culturales, políticos y económicos de una sociedad determinan la intensidad y la dirección del proceso de innovación tecnológica.

Dentro de la dirección de empresas la heterogeneidad metodológica con que se ha abordado el estudio de la DI constituye un rasgo característico. Por un lado, algunas herramientas y modelos para la dirección de la innovación en la empresa han sido desarrolladas por consultores mediante procedimientos deductivos. Los modelos de cartera o la tipología de tecnologías en función de su grado de madurez de P. A. Roussel (1991) de *Arthur D. Little* y el popular modelo de la curva S propuesto por Richard Foster (1986) de *McKinsey* son, sin lugar a dudas, los más difundidos.

Profesores de las principales universidades han realizado relevantes aportaciones en el campo de la dirección y la organización de la innovación en la empresa. Andrew H. Van de Ven (1999), como director del *Minnesota Innovation Research Program* (MIRP) de la Universidad de Minnesota, ha investigado a lo largo de los últimos veinte años cómo y por qué se desarrollan las innovaciones en las organizaciones mediante el estudio de casos en profundidad. El grupo de académicos que participan en el *Management of Technology Program* (MOT) del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), entre los que se encuentran Thomas J. Allen, Michael A. Cusumano, Rebecca M. Henderson, Edward B. Roberts, James M. Utterback y Eric A. Von Hippel, han realizado útiles aportaciones para comprender la dinámica del proceso de innovación en las industrias y en las organizaciones (Utterback, 1994). Entre los trabajos de mayor impacto se

Tabla 1. Temas de investigación en DI según The Technology and Innovation Management (TIM) Division of The Academy of Management

— Dirección estratégica de la tecnología	— Estrategias de desarrollo de productos
— Procesos de innovación	— Dirección de proyectos tecnológicos
— Difusión de innovaciones	— Comportamientos y características de los científicos, los ingenieros y otros profesionales técnicos
— Aplicación y uso de las tecnologías	— Previsión tecnológica y políticas
— Trayectorias de desarrollo tecnológico	— Tecnologías de la información
— Capital intelectual	— Impacto de las nuevas tecnologías en la organización y el comercio electrónico
— Procesos organizativos y actividades tecnológicas	

«La intensificación de las actividades investigadoras y docentes en el ámbito de la DI persigue cubrir una demanda creciente que sobre este tema generan las empresas.»

encuentran los estudios sobre el proceso de transmisión de información en los departamentos de I+D (Allen, 1984), los análisis del impacto competitivo de las innovaciones arquitectónicas (Henderson y Clark, 1990) y de los mecanismos de aprendizaje por el uso (Von Hippel, 1988).

Para hacerse una idea de la variedad de enfoques y el eclecticismo metodológico que domina la DI pueden consultarse las investigaciones realizadas por un grupo de profesores universitarios sobre las estrategias de innovación y la creación de conocimiento en las empresas industriales españolas que han sido editadas recientemente en un volumen por José Emilio Navas y Mariano Nieto (2003).

En este sentido hay que señalar que un creciente número de académicos, tanto en nuestro país como en el plano internacional, ha orientado su actividad investigadora hacia el estudio de la DI. Como ejemplo de ello, baste citar que la *Technology and Innovation Management División* de la *Academy of Management* mencionada anteriormente, que fue creada en 1987 con el propósito de agrupar a todos los interesados en este campo de estudio, se ha convertido en una de las divisiones más numerosa de la *Academy*, contando en la actualidad con más de 1.500 miembros.

Paralelamente han surgido y se han consolidado distintas asociaciones académicas, como la *International Association for Management of Technology* (IAMOT), la *Asociación Latinoamericana de Gestión Tecnológica* (ALTEC) dedicadas al estudio de los procesos de innovación tecnológica y de la dirección de la innovación en la empresa. La mayoría de ellas organiza periódicamente congresos y reuniones científicas especializadas para discutir sobre estos temas.

Tabla 2. Características de la investigación en DI

- 
- Límites sin definir
  - Comunidad académica numerosa
  - Enfoque multidisciplinar
  - Eclecticismo metodológico
  - Grandes oportunidades de investigación
  - Creciente demanda de formación
- 

También, en el plano docente, el interés por el conocimiento de la naturaleza del proceso de innovación tecnológica en el interior de las empresas se ha manifestado en diversas asignaturas sobre DI que, tanto a nivel de Licenciatura como

de Doctorado, han surgido en los diferentes Planes de Estudio, especialmente de las Facultades de Ciencias Económicas y Empresariales y las Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería, de la mayoría de las Universidades.

La intensificación de las actividades investigadoras y docentes en el ámbito de la DI persigue cubrir una demanda creciente que sobre este tema generan las empresas. En efecto, en los últimos años, los directivos de la mayoría de las empresas han tomado conciencia de que la realización de actividades innovadoras contribuye a mejorar la competitividad de sus organizaciones y, consecuentemente, a la obtención de rentas superiores. Han desarrollado actitudes positivas ante la innovación, orientando sus estrategias hacia el desarrollo de recursos y capacidades tecnológicas, para aumentar el valor de sus operaciones y garantizar su desarrollo. Ello se ha visto corroborado con la demanda de personal especializado en la gestión de la innovación.

Por estas razones se puede afirmar que la DI se ha convertido en uno de los campos de estudio más atractivos y prometedores dentro de la Dirección de Empresas.

## 2. EVOLUCIÓN Y ENFOQUES EN EL ESTUDIO DE LA DI

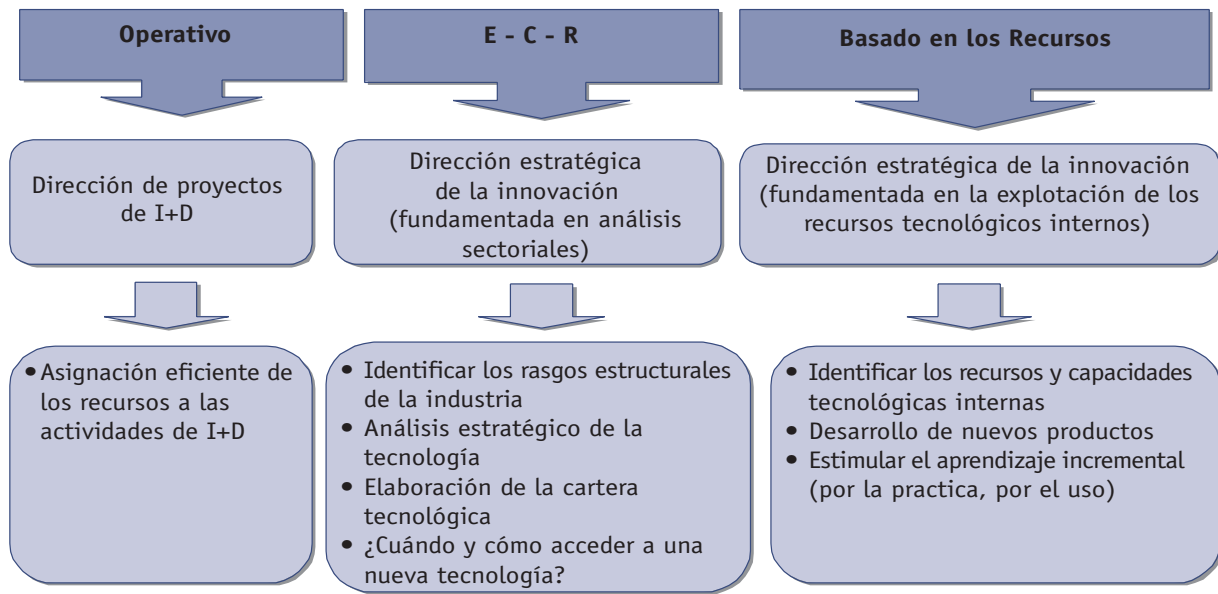
En sus cuatro décadas de existencia la DI ha evolucionado en paralelo al desarrollo de otras áreas de la Dirección de Empresas. Se pueden distinguir con claridad las tres etapas que se describen esquemáticamente<sup>1</sup> a continuación (tablas 3 y 4).

### 2.1. Enfoque Operativo

Los primeros trabajos en el campo de la DI aparecen en los años sesenta y se centran en resolver los problemas que plantea la realización de actividades de I+D en las grandes empresas industriales. Con un enfoque metodológico claramente operativo se desarrollan una serie de herramientas de soporte para la dirección de los departamentos de I+D (Archibald, 1976; Twiss, 1974). Se proponen sofisticadas metodologías para evaluar las inversiones tecnológicas y se

<sup>1</sup> Una descripción más detallada de la evolución de los estudios sobre dirección de la innovación en la empresa puede encontrarse en Nieto (2001a, 2001b, 2003)

Tabla 3. Enfoques en el estudio de la DI: Objetivos



desarrollan técnicas para la programación y el control de proyectos de I+D. La base teórica y empírica de la mayoría de estos trabajos es muy débil y no se preocupan por analizar la naturaleza del proceso de innovación en las organizaciones.

## 2.2. Enfoque Estructura-Conducta-Resultados (ECR)

En la década de los ochenta, bajo la influencia de la economía industrial, el esfuerzo se dirige a identificar los factores estructurales que condicionan la realización de actividades innovadoras en las empresas. Se olvidan los aspectos operativos de la gestión de proyectos de I+D y se proponen una serie de modelos en los que articulan las decisiones más relevantes para el análisis y a la formulación de estrategias tecnológicas adecuadas a las características de la industria. Con este fin se elaboran modelos de cartera como los de Arthur D. Little, se desarrollan herramientas para el análisis del rendimiento de las tecnologías mediante curvas S (Foster, 1986) y se proponen tipologías tecnológicas que facilitan su clasificación de acuerdo a su madurez e impacto competitivo (Roussel *et al.*, 1991). Estos modelos persiguen dar respuesta a cuestiones tales: ¿Cómo mejorar la posición competitiva con la tecnología? ¿Cuándo y cómo acceder a una nueva tecnología?, etc. En esta etapa, surgen los primeros trabajos formales preocupados por sentar las bases teóricas

de la estrategia tecnológica en base a las características de la industria (Porter, 1983).

## 2.3. Enfoque Basado en los Recursos

En la década de los noventa la influencia de los enfoques evolucionistas y la teoría de recursos, ha contribuido a enriquecer al estudio de la dirección de la tecnología en la empresa. Se concibe la innovación tecnológica como un proceso dinámico y se caracteriza a la empresa como un conjunto de tecnologías, es decir, como un depósito de conocimientos aplicados a la resolución de problemas (Spender, 1996). Bajo esta perspectiva, la estrategia tecnológica adquiere un gran protagonismo y se integra, confundiendo, con la estrategia a nivel competitivo y corporativo. Se reconoce que el éxito competitivo a largo plazo se basa en las capacidades de la empresa para: (1.º) generar conocimientos y materializarlos en innovaciones valiosas, (2.º) proteger sus competencias tecnológicas esenciales de la acción de los imitadores creando eficaces barreras a la imitación y (3.º) vencer la inercia organizativa e imitar rápidamente las innovaciones valiosas de sus competidores. En esta etapa, el grueso de los trabajos concede más atención a las elaboraciones teóricas y tienen una mayor fundamentación empírica.

Tabla 4. Enfoques en el estudio de la DI: Supuestos

Supuestos	OPERATIVO	E-C-R	RECURSOS
Proceso de innovación	EXÓGENO	EXÓGENO	ENDÓGENO
Capacidad para incidir en el P. de innovación	NULA	LIMITADA	AMPLIA
Tecnología	INFORMACIÓN	INFORMACIÓN	CONOCIMIENTO
Fuentes de innovación en la empresa	I+D	I+D	APRENDIZAJE

### 3. TENDENCIAS ACTUALES EN LA INVESTIGACIÓN EN DI

En la actualidad, la DI tiene planteados importantes problemas que presentan atractivas oportunidades de investigación. La mayoría de ellas están relacionadas con los supuestos que establece el Enfoque Basado en los Recursos sobre el proceso de innovación y la tecnología (ver tabla 4). En efecto, la naturaleza del proceso de innovación (carácter continuo, sujeto a condicionantes históricos, parcialmente irreversible, rodeado de incertidumbre), y las particulares características de los recursos tecnológicos (carácter tácito del conocimiento, transferencia y asimilación imperfecta, difícil apropiación) son aspectos que subyacen en recientes investigaciones en el ámbito de la DI. A continuación se comentan brevemente estos aspectos.

#### 3.1. Características del proceso de Innovación Tecnológica

Recientemente algunos trabajos (Schilling, 1998; Teece, 1996) han mostrado preocupación por identificar las características del proceso de innovación tecnológica. Las características que apuntan están notablemente influidas por

investigaciones realizadas por economistas evolucionistas (Nelson y Winter, 1982) y son consistentes con los supuestos que se establecen sobre la naturaleza de la empresa los autores del Enfoque Basado en los Recursos (Barney, 1991). Coinciden en señalar que las características más relevantes del proceso de innovación tecnológica son las siguientes (tabla 5).

*El proceso de innovación tecnológica es de naturaleza esencialmente continua.*

La esencia del proceso de innovación tecnológica es la acumulación de conocimientos a través del tiempo. El aumento del volumen de conocimientos se consigue fundamentalmente mediante la realización de actividades de I+D. Pero, además existen otras modalidades de aprendizaje asociadas a diferentes mecanismos creativos de naturaleza continua como: (a) el aprendizaje por la práctica o *learning by doing*, relacionado con la realización de las actividades de producción (Arrow, 1962b); (b) el aprendizaje por el uso o *learning by using*, que surge de observar las diferentes formas en que los clientes usan los productos de la empresa

Tabla 5. Características del proceso de innovación tecnológica

**Naturaleza continua**

- El proceso de innovación es de naturaleza esencialmente continua.
- No es un proceso lineal sino circular con múltiples mecanismos de retroalimentación.
- Las innovaciones de carácter incremental son las que tienen un mayor potencial innovador.
- El proceso de innovación se nutre de múltiples fuentes de aprendizaje incremental (por el uso, por la práctica, por el error).

**Sujeto a condicionantes históricos**

- El proceso de innovación está sujeto a condicionantes históricos (*es path dependency*).
- En todo momento las decisiones de adopción de una nueva tecnología están condicionadas por la secuencia de decisiones pasadas.
- Los pequeños sucesos ocurridos al inicio del proceso de difusión de una tecnología tiene gran importancia y condicionan su evolución futura.

**Parcialmente irreversible**

- El proceso de innovación es parcialmente irreversible.
- En el proceso de innovación aparecen mecanismos que eliminan la posibilidad de cambiar de alternativa tecnológica.
- Los mecanismos que contribuyen a que el proceso de innovación tecnológica sea parcialmente irreversible son: (a) el aprendizaje por la práctica, (b) el aprendizaje por el uso, (c) las economías de red, (d) las economías de escala en la producción de la tecnología, (e) la aparición de tecnologías complementarias, (f) el flujo de información disponible sobre la nueva tecnología.
- El resultado del proceso de innovación es potencialmente ineficiente.

**Afectado por distintas modalidades de incertidumbre**

- El proceso de innovación está afectado por distintos tipos de incertidumbre.
- Incertidumbre *ex ante* o incertidumbre técnica que es inherente a la realización de las actividades de I+D.
- Incertidumbre *ex post* o incertidumbre comercial que surge: (a) de los posibles usos que pueden dar los usuarios a una nueva tecnología y que no han sido previstos inicialmente por el innovador y (b) de la evolución de los rendimientos técnicos.
- La incertidumbre comercial dificulta la previsión tecnológica.

(Rosenberg, 1982) y (c) el aprendizaje por el error o *learnig by failing* derivado del análisis de las decisiones erróneas que adopta la alta dirección (Maidique y Zirguer, 1985). Estas modalidades de aprendizaje incremental generan un flujo continuo de nuevos conocimientos tecnológicos que se acumulan al stock de conocimientos previamente existentes.

En líneas generales, esta visión de la innovación tecnológica es consistente con otros conceptos empleados en el ámbito de la dirección de empresas como las técnicas de mejora continua (Imai, 1987), los árboles o racimos tecnológicos (GEST, 1986), la espiral de creación de conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1995) o la dirección estratégica basada en el desarrollo de capacidades esenciales (Prahalad & Hamel, 1990).

*El proceso de innovación tecnológica se encuentra sujeto a condicionantes históricos*

El supuesto de que el proceso de innovación está sujeto a condicionantes históricos ocupa un papel central en el enfoque evolucionista y representa el hecho de que la

evolución de una tecnología depende fundamentalmente de la trayectoria que ha seguido en el pasado (*path dependency*). Esta idea puede recogerse esquemáticamente en tres fases (Foray, 1992): (a) en todo momento, la elección entre distintas alternativas tecnológicas que desempeñan la misma función está influida por las elecciones realizadas anteriormente; (b) los pequeños acontecimientos históricos ocurridos al comienzo del proceso y el contenido de las primeras elecciones, juegan un papel esencial en la evolución futura; (c) las elecciones anteriores determinan, no ya la próxima elección, sino la posibilidad de que sea escogida cada alternativa.

Este supuesto, ha quedado recogido en distintos conceptos habitualmente empleados en los estudios sobre innovación. Es habitual reflejar el carácter acumulativo del proceso de innovación representando la evolución de las tecnologías a través de determinadas trayectorias «*technological trajectory*» (Dosi, 1982) o avenidas «*innovation avenue*» (Sahal, 1985). Estas trayectorias / avenidas tecnológicas discurren en el marco de determinados paradigmas «*technological paradigms*» (Dosi, 1982) o regímenes «*technological regime*» (Nelson y Winter, 1982). Estos paradigmas / regímenes tecnológicos, a



su vez, establecen hitos tecnológicos «*technological guidepost*» (Sahal, 1985) o definen los diseños dominantes «*dominant design*» (Abernathy y Utterback, 1978) que determinan el desarrollo futuro de las tecnologías. En otras palabras, los paradigmas tecnológicos, los regímenes tecnológicos, los hitos tecnológicos y los diseños dominantes son conceptos similares y reflejan los condicionantes históricos que determinan la evolución futura del proceso de innovación a través de trayectorias o avenidas tecnológicas.

#### *El proceso de innovación tecnológica es parcialmente irreversible*

El desarrollo de una tecnología, en el marco de una determinada trayectoria tecnológica, genera nuevos conocimientos mediante una serie de mecanismos de retroalimentación que contribuyen a mejorar su rendimiento. Estos mecanismos fortalecen esta tecnología dominante en detrimento de otras alternativas tecnológicas con las que compite. Así, aumentan las posibilidades de que ella misma sea escogida nuevamente en el futuro. Los mecanismos que contribuyen a que el proceso de innovación tecnológica sea parcialmente irreversible son de varios tipos: El aprendizaje por la práctica, el aprendizaje por el uso, las economías de red, las economías de escala en la producción de la tecnología, la aparición de tecnologías complementarias, o el flujo de información disponible sobre la nueva tecnología. La acción combinada de estos seis mecanismos de retroalimentación contribuyen a que el proceso de innovación sea irreversible. Cuanto más se difunde una tecnología más posibilidades tiene de seguir difundiendo en el futuro. Surgen rendimientos crecientes de adopción y abandonar una trayectoria tecnológica implicaría abandonar estas ventajas. La evolución de las tecnologías a través de ciertas trayectorias elimina la posibilidad de competir con las antiguas alternativas tecnológicas ya descartadas, incluso aunque la estructura de precios relativos varíe significativamente (Teece, 1996).

#### *El proceso de innovación tecnológica se encuentra afectado por distintas modalidades de incertidumbre*

La característica más significativa del proceso de innovación es el elevado nivel de incertidumbre que rodea a la realización de todas las actividades innovadoras. En primer

lugar, la incertidumbre técnica está indisolublemente ligada a la realización de actividades de I+D. Refleja el desconocimiento que se tiene a priori sobre cuál es la solución del problema técnico que se pretende resolver y si, efectivamente, se podrá encontrar dentro de los plazos y costes previstos: ¿Cuál es la mejor solución técnica?, ¿es factible?, ¿funcionará? La importancia que tradicionalmente se ha dado a este aspecto ha hecho olvidar el efecto de otras fuentes de incertidumbre más sutiles que surgen, después de que se ha completado la fase «técnica» del proceso de innovación, cuando la tecnología toma contacto con el mercado. En un principio, podría pensarse que la incertidumbre se reduce de forma radical una vez que se ha introducido en el mercado la nueva tecnología. Sin embargo, esto no es así, después de que la empresa ha concluido con éxito su proyecto de I+D y comienza a comercializar una nueva tecnología empiezan a plantearse nuevas incertidumbres que tienen su origen en el desconocimiento sobre (Rosenberg, 1994): (1) los posibles usos que se pueden dar a la tecnología y (2) la evolución de sus rendimientos técnicos en el futuro.

### **3.2. Características de la tecnología**

Tradicionalmente, por influencia de la economía neoclásica, se ha modelizado la innovación tecnológica como un proceso que genera información a partir de información. Esto ha llevado a considerar que la tecnología –como producto del proceso de innovación– es un bien intensivo en información que tiene los atributos de los bienes públicos. Arrow (1962a), en un trabajo seminal, que ha ejercido una notable influencia en investigaciones posteriores, señaló que estas particulares características de la tecnología originaban tres tipos de problemas: (a) es difícil establecer derechos de propiedad sobre la tecnología ya que el coste de reproducción de la misma –en la medida que es información– es prácticamente nulo; (b) está sujeta a indivisibilidades y no hay rivalidad en su consumo, debido a que el acto de consumo de la información no es destructivo; (c) su comercialización plantea problemas de selección adversa, ya que el hecho de que la tecnología tenga las características de la información favorece el comportamiento oportunista de los agentes.

Estas tres observaciones han contribuido a afianzar la idea de que los fallos de mercado que origina la producción y comercialización de innovaciones se deben exclusivamente a

Tabla 6. Características de la tecnología

**La tecnología es conocimiento**

- La tecnología está integrada por dos tipos de conocimientos: los codificados (información) y los tácitos.
- La dimensión tácita del conocimiento tecnológico juega un papel determinante en el proceso de innovación.
- Son relevantes las propiedades del conocimiento: transferencia imperfecta, acumulable mediante el aprendizaje y parcialmente apropiable.

**Transmisión imperfecta**

- La transmisión de tecnologías es imperfecta debido a múltiples factores como la existencia de ambigüedad causal o ciertas características del conocimiento.
- La ambigüedad causal refleja los problemas que tienen las empresas para identificar el conocimiento tecnológico relevante.
- Ciertas características del conocimiento tecnológico (grado de codificación, complejidad, dependencia, etc.) dificultan su transmisión.

**Asimilable mediante acumulación**

- La asimilación de una nueva tecnología no es instantánea y requiere tiempo (surgen deseconomías de compresión de tiempo).
- Su asimilación de una nueva tecnología depende del conocimiento acumulado previamente (se requiere cierta capacidad de absorción).

**Difícil de proteger**

- Los rendimientos que genera una nueva tecnología no son perfectamente apropiables.
- Algunos factores exógenos (no controlables por la empresa), como el marco institucional, el régimen de patentes, las características del conocimiento o la estructura de la industria, proporcionan cierta protección.
- Los mecanismos endógenos (controlables por la empresa), como el secreto, el liderazgo tecnológico, la reputación, el margen de tiempo o los recursos complementarios, proporcionan una protección más eficiente.

que la tecnología es «información». Sin embargo, investigaciones recientes, han modificado sustancialmente la visión del proceso de innovación, al considerar que la tecnología no es un bien de libre uso como la información, sino que presenta un importante componente de aprendizaje y conocimiento acumulado. El proceso de innovación tecnológica no sólo produce «información» sino que también genera «conocimiento» que revierte exclusivamente en el innovador (Geroski, 1995). De esta forma, varios aspectos cobran especial relevancia en función de que el conocimiento pueda: (1) codificarse, (2) transmitirse, (3) asimilarse o (4) protegerse con facilidad. A continuación se analiza cada una de estas características (Tabla 6).

*La tecnología está integrada por dos tipos de conocimientos: los codificados y los tácitos*

El conocimiento codificado es aquel que puede ser reducido a información mediante dibujos, formulas, números o palabras y, por ello, su transmisión y acumulación no presenta grandes dificultades. El conocimiento tácito engloba todo aquello que se sabe hacer pero que no se puede describir cómo se hace y surge de las acciones personales y de la experiencia. La mayoría de los conocimientos tecnológicos tienen un componente tácito importante por lo que no pueden ser transmitidos en su totalidad ni siquiera por la persona que lo

posee. En la medida que el proceso de innovación persigue resolver diferentes problemas tecnológicos que no suelen estar bien estructurados ni perfectamente definidos, el conocimiento codificado disponible de partida no proporciona por sí mismo una solución automática, es necesario algo más. Son necesarias otras capacidades específicas de carácter tácito como la experiencia acumulada, la intuición o la creatividad.

*La transmisión de conocimientos tecnológicos es imperfecta*

Habitualmente las empresas tienen dificultades para identificar las tecnologías de mayor impacto competitivo y adquirirlas en el mercado de factores. Estas dificultades constituyen auténticas barreras que dificultan su transmisión y dependen de múltiples factores como las propias características del conocimiento tecnológico, la existencia de ambigüedad causal (Reed y De Fillippi, 1990) o los costes de transacción.

*La asimilación de una nueva tecnología dependerá del nivel de conocimientos tecnológicos acumulados previamente por la empresa*

Los avances tecnológicos, dentro de cada trayectoria tecnológica, se producen de forma continua a lo largo de un

camino delimitado por las fronteras de cada paradigma tecnológico. Las innovaciones surgen a partir del desarrollo y mejora de las tecnologías existentes, y los avances en el conocimiento tecnológico se producen de una forma secuencial, siendo necesario el dominio de una fase para poder acceder a la siguiente (Teece, 1996). En consecuencia, las empresas innovan sacando el máximo provecho a sus potencialidades tecnológicas. Los conocimientos tecnológicos necesarios para ello los intentarán generar, en primer lugar, a partir de los conocimientos acumulados anteriormente. Y es lógico suponer que las empresas que carezcan de conocimientos previos no tendrán capacidad de absorción para asimilar rápidamente nuevas tecnologías procedentes del exterior (Cohen y Levinthal, 1990).

*Los rendimientos que genera una tecnología no son perfectamente apropiables*

Los conocimientos tecnológicos tienen dos componentes: uno privado, del que se beneficia en exclusiva la empresa innovadora, y otro público, difícilmente apropiable, del que se aprovechan otros agentes (Dosi, 1988). Las condiciones de apropiabilidad de una tecnología determinan el porcentaje de cada uno de estos componentes. Algunas de las condiciones de apropiabilidad son exógenas, en la medida que dependen de factores no controlables por las empresas, como de las características del conocimiento, el marco institucional, el régimen legal o de la estructura de la industria. Sin embargo, otras son claramente endógenas, ya que dependen de las estrategias de las empresas. Las empresas cuentan con distintos mecanismos para apropiarse de los resultados de sus actividades innovadoras (Levin *et al.*, 1987) como son: (a) el secreto, (b) la explotación de la posición de liderazgo tecnológico, (c) la reputación, (d) el aprovechamiento del margen de tiempo, y (e) el empleo de recursos complementarios.

#### 4. FUENTES DE INFORMACIÓN

Para realizar investigaciones de calidad en el ámbito de la DI, como en cualquier otro campo de la Dirección de Empresas, es imprescindible estar al corriente de las últimas tendencias y de la agenda de investigación que tiene planteada la comunidad académica internacional. Para ello, es conveniente seguir la evolución de sus investigaciones a través de los

artículos que publican en las revistas académicas de difusión internacional.

En primer lugar hay que revisar ciertas revistas internacionales de *management* de elevado impacto como las que se recogen en la tabla 7. Estas revistas, sin estar orientadas específicamente al estudio de los problemas relacionados con la innovación y la tecnología, con frecuencia (sólo en algunos números) publican artículos que, debido a su difusión y al riguroso proceso de evaluación a que son sometidos, influyen en la evolución de esta parcela de conocimiento.

Tabla 7. Índices de impacto de las principales revistas académicas sobre Dirección de Empresas recogidas en el ISI Journal of Citation Reports (2001)

Nombre de la revista	Índice de impacto
Administrative Science Quarterly ( <i>Johnson School of Business, Cornell Univ.</i> )	3,98
Academy Management Review ( <i>Academy of Management</i> )	3,15
Academy Management Journal ( <i>Academy of Management</i> )	2,83
Strategic Management Journal ( <i>Strategic Management Society</i> )	2,68
Harvard Business Review ( <i>Harvard University</i> )	2,46
Organization Science ( <i>Informs</i> )	2,0
MIT Sloan Management Review ( <i>MIT</i> )	1,69
Journal of Operations Management ( <i>APICS</i> )	1,52
Management Science ( <i>Informs</i> )	1,50
Journal of Business ( <i>The Graduate School of Business, Univ. of Chicago</i> )	1,35
California Management Review ( <i>Univ. de California, Berkeley</i> )	1,35

Como ya se ha señalado anteriormente, el interés por el estudio de los fenómenos innovadores ha aumentado espectacularmente en los últimos años. Prueba de ello es el creciente número de revistas académicas especializadas que se publican en la actualidad sobre este tema. En la tabla n.º 8 se recogen la mayoría de ellas, agrupadas en función de la perspectiva (sociológica, histórica, jurídica, económica o de dirección de empresas) con que abordan el estudio de la innovación tecnológica. Muchas de estas publicaciones han aparecido recientemente y tienen una difusión limitada. Sin embargo, otras llevan editándose más de tres décadas y han ejercido una notable influencia en este campo de estudio. En la Tabla n.º 9 se recogen las únicas revistas dedicadas al estudio de la innovación que están incluidas en la base del ISI Journal Citation Reports (edición de 2001).

Tabla 8. Revistas académicas especializadas en el estudio del proceso de innovación tecnológica

<b>Sociología del cambio tecnológico (ciencia tecnología y sociedad)</b>
Bulletin of Science, Technology and Society (SAGE) SSS. Social Studies of Science (SAGE)
Science Technology and Human Values
Technology in Society (Elsevier, Pergamon)
<b>Historia de la tecnología</b>
History and Technology (T&F, Routledge)
Technology and Culture (SHOT Society for the History of technology, Johns Hopkins University Press)
<b>Aspectos jurídicos de la innovación y la tecnología</b>
Berkeley Technology Law Journal (University of California, Berkeley)
Harvard Journal of Law & Technology
<b>Economía de la innovación</b>
Economics of Innovation and New Technology (Gordon & Breach)
Journal of Evolutionary Economics Industrial and Corporate Change (Oxford University Press)
Industry and Innovation (T&F, Carfax) New Technology, Work and Employment (Blackwell)
Research Policy (Elsevier) Structural Change and Economics Dynamics
<b>Política tecnológica</b>
Knowledge, Technology and Policy (Transaction)
SPP. Science and Public Policy
STI Review. Science, Technology Industry (OCDE)
Science, Technology and Development (Frank Cass)
<b>Dirección de la innovación en la empresa</b>
Creativity and Innovation Management (Blackwell)
European Journal of Innovation Management (MCB)
International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management (Inderscience)
International Journal of Innovation Management (Imperial College Press)
International Journal of Innovation and Learning (Inderscience)
International Journal of Technology Management (Inderscience)
International Journal of Technology Transfer and Commercialisation (Inderscience)
International Journal of Technology, Policy and Management (Inderscience)
Journal of Engineering and Technology Management (Elsevier)
Journal of High Technology Management Research (Elsevier, Pergamon)
Journal of Product Innovation Management (PDMA)
Journal of Technology Transfer (Kluwer)
Prometheus (T&F, Carfax)
R&D Management (Blackwell)
Research Technology Management (Industrial Research Institute)
Technology Analysis & Strategic Management (T&F, Carfax)
Technological Forecasting & Social Change (Elsevier) Technovation (Elsevier)
<b>Aprendizaje y gestión del conocimiento</b>
Journal of Knowledge Management (MCB)
Knowledge and Process Management (Wiley)
Learning Organization (MCB)
Management Learning (SAGE)
Technology and Learning

Tabla 9. Revistas académicas especializadas en el estudio del proceso de innovación tecnológica de recogidas en el ISI Journal of Citation Reports (2001)

<b>Nombre de la revista</b>	<b>Índice de impacto</b>
Research Policy (Elsevier)	1,28
New Technology, Work and Employment (Blackwell)	0,80
Journal of Product Innovation Management (PDMA)	0,67
Technological Forecasting & Social Change (Elsevier)	0,50
R&D Management (Blackwell)	0,40
Technovation (Elsevier)	0,28
Research Technology Management (Industrial Research Institute)	0,26
International Journal of Technology Management (Inderscience)	0,17

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- ABERNATHY, W.J.; UTTERBACK, J.M. (1978). «Patterns of industrial innovation», *Technology Review*, Junio/Julio, (40-47).
- ALLEN, T.J. (1984). *Managing the flow of technology. technology transfer and dissemination of technological information within the R&D organization*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- ARCHIBALD, D.R. (1976). *Managing high-technology programs and projects*, John Wiley & Sons, Nueva York.
- ARROW, K. (1962a). «Economic welfare and the allocation of resources for invention», en Nelson, R.R. ed. (1962). *The rate and direction of inventive activity. economic and social factors*, Princeton University Press, Princeton. (608-626). [v.c. (1979): «El bienestar económico y la asignación de recursos para la invención», en Rosenberg, N. ed. (1979). *Economía del cambio tecnológico*, Fondo de Cultura Económica, México. (151-167)].
- ARROW, K. (1962b). «The economic implications of learning by doing», *Review of Economic Studies*, Junio, (155-173).
- BARNEY, J.B. (1991). «Firm resources and sustained competitive advantage», *Journal of Management*, vol. 17, (99-120).
- BIJKER, W.E.; HUGHES, T.P.; PINCH, T.J. eds. (1987). *The social construction of technological systems. new directions in the sociology and history of technology*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- COHEN, W.M.; LEVINTHAL, D.A. (1990). «Absorptive Capacity. A New Perspective on Learning and

- Innovation», *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, (128-152).
- DAVID, P.A. (1985). «Clio and the economics of QWERTY», *American Economic Review Proceedings*, vol. 75, (332-337).
- DOSI, G. (1982). «Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technological change», *Research Policy*, vol. 11, (147-162).
- DOSI, G. (1988). «Sources, procedures and microeconomics effects of innovation», *Journal of Economic Literature*, vol. 26, (1120-1171).
- FORAY, D. (1992). «Propiedades dinámicas de la difusión y efecto de irreversibilidad» en Gómez Uranga, M.; Sánchez Padrón, M.; de la Puerta, E. (1992). *El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio*, Icaria, Barcelona, (171-209).
- FOSTER, R. (1986). *Innovation. the attackers advantage*, Macmillan, Londres. [v.c. (1987): *Innovación: la estrategia del triunfo*. Folio, Barcelona]
- GEROSKI, P.A. (1994). *Market structure, corporate performance and innovative activity*, Clarendon Press, Oxford.
- GEST (1986). *Grappes technologiques. Les nouvelles stratégies d'entreprise*, McGraw-Hill, París.
- HENDERSON, R.M.; CLARK, K.B. (1990). «Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms», *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, (9-30).
- IMAI, M. (1987). *Kaizen*, Random House, New York [v.c. (1989). *Kaizen: La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa*, CECSA, México].
- LEVIN, R.C.; KLEVORICK, A.K.; NELSON, R.S.; WINTER, S.G. (1987). «Appropriating the returns from industrial research and development», *Brookings Papers on Economic Activity*, 1987, n.º 3, (783-820).
- MAIDIQUE, M.A.; ZIRGUER, B.J. (1985). «The new product learning cycle», *Research Policy*, vol. 14, (299-313).
- NAVAS, J.E.; NIETO, M. eds. (2003). *Estrategias de innovación y creación de conocimiento tecnológico en las empresas industriales españolas*, Civitas, Madrid.
- NELSON, R.R.; WINTER, S.G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- NIETO, M. (2001a). *Bases para el estudio del proceso de innovación tecnológica en la empresa*, Universidad de León, León.
- NIETO, M. (2001b). «Evolución de los estudios sobre dirección de la innovación tecnológica en la empresa», *Madri+d*, monografía n.º 2, (41-48).
- NIETO, M. (2003). «From R&D Management to knowledge management: An overview of studies of innovation management», *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 70, (135-161).
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. (1995). *The knowledge-creating company*, Oxford University Press, New York. [v.c. (2000). *La organización creadora de conocimiento*, Oxford University Press; México]
- PORTER, M.E. (1983). «The technological dimension of competitive strategy». en Burgelman, R.A.; Maidique, M.A. eds. (1988). *Strategic management of technology and innovation*, Irwin, Homewood, Illinois, (211-233).
- PRAHALAD, C.K.; HAMEL, G. (1990). «The core competence of the corporation», *Harvard Business Review*, vol. 68, n.º 3, (79-91). [v.c. (1991): «La organización por unidades estratégicas de negocio ya no sirve», *Harvard-Deusto Business Review*, n.º 45, (47-64)].
- REED, R.; DEFILLIPPI, R.J. (1990). «Casual ambiguity, barriers to imitation, and sustainable competitive advantage», *Academy of Management Review*, vol. 15, (88-102).
- ROSENBERG, N. (1982). *Inside the black box. Technology and economics*, Cambridge University Press, Cambridge, Mass. [v.c. (1993). *Dentro de la caja negra. Tecnología y economía*, La Llar del Llibre, Barcelona].
- ROSENBERG, N. (1994). «Incertidumbre y cambio tecnológico», *Revista de Historia Industrial*, n.º 6, (11-30).
- ROUSSEL, P.A.; SAAD, K.N.; ERICKSON, T.J. (1991). *Third generation R&D: managing the link to corporate strategy*, Harvard Business School Press, Boston, Mass. [v.c. (1991): *Tercera generación de I+D: su integración en la estrategia de negocio*, McGraw-Hill, Madrid].
- SAHAL, D. (1985). «Technological guideposts and innovation avenues», *Research Policy*, vol. 14, (61-82).
- SCHUMPETER, J.A. (1911). *Theorie der wirtschaftlichen entwicklung*. [v.i. (1934): *the theory of economic development*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.] [v.c. (1944): *Teoría del desenvolvimiento económico*, FCE, México]
- SHILLING, M.A. (1998). «Technological lockout: an integrative model of the economic and strategic factors driving technology success and failure», *Academy of Management Review*, vol. 23, (267-284).

- SPENDER, J.C. (1996). «Making knowledge the basis of a dynamic theory of the firm», *Strategic Management Journal*, Vol. 17, (45-62).
- TEECE, D.J. (1996). «Firm organization, industrial structure and technological innovation», *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 31, (193-224).
- TWISS, B.C. (1974). *Managing technological innovation*, 3<sup>rd</sup> Ed, Pitman Publishing, London [3<sup>rd</sup> Ed en 1985] [v.c. (1976 Lanford, H.W. y B.C. Twiss, eds. (1978). *Previsión Tecnológica y Planificación a Largo Plazo*, Deusto, Bilbao.
- UTTERBACK, J.M. (1994). *Mastering the dynamics of innovation*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts.
- VAN DE VEN, A.H., et al. (1999). *The innovation journey*, Oxford University Press, Nueva York.
- VON HIPPEL, E. (1988). *The sources of innovation*, Oxford University Press, Nueva York.