

Presentación

Los temas relacionados con la economía y la gestión del cambio tecnológico han ido cobrando importancia en los últimos años al constatarse de manera clara su decisivo papel en la obtención y mantenimiento de la competitividad. Estas materias, reservadas antes a cursos de doctorado, fueron ganando terreno, a partir de la segunda mitad de los años ochenta, en los cursos de postgrado y los másters, y se han introducido, a partir de los años 90, en los estudios universitarios. Los nuevos planes de estudio que se han puesto en marcha en los últimos años contienen, a menudo, asignaturas dedicadas a la gestión de la innovación, bajo títulos más o menos diversos, como por ejemplo Gestión de la Tecnología, Innovación y Competitividad, u otros similares.

En 1994 la Universitat Politècnica de Catalunya nos otorgó una ayuda para la realización del presente libro. Debemos reconocer que esta ayuda ha sido determinante para que nos marcásemos una fecha terminal y para poder concretar un proyecto que teníamos desde hacía tiempo: concentrar en un libro el material docente que en los últimos años habíamos ido impartiendo en distintos cursos de la UPC y en otros centros nacionales y extranjeros. Se trataba, sin embargo, de darle un carácter más básico y exhaustivo, que pudiera contribuir a introducir a los alumnos del segundo ciclo de nuestras universidades en los temas relacionados con la gestión de la innovación. El presente volumen es el resultado de este proyecto, que no habría sido posible sin el mencionado apoyo de la UPC.

Los capítulos 1 y 2 del libro incorporan, en algunas partes, materiales procedentes del volumen que sobre investigación y tecnología publicamos, a principios de 1993, dentro de la colección "Quaderns de Competitivitat", editada por el Departament d'Indústria y Energia de la Generalitat de Catalunya. Queremos manifestar nuestro agradecimiento a la Direcció General d'Indústria por habernos autorizado la incorporación de este material.

Nuestro agradecimiento se extiende también a muchos profesores y amigos, con los que estamos en deuda en muchos sentidos y con los que, más allá de la amistad, hemos tenido la oportunidad de enriquecernos mutuamente en el debate sobre estos temas relacionados con la economía del cambio tecnológico y la gestión de la innovación: Francesc Solé Parellada, Anastasi Pérez, Carme Martínez, Manel Rajadell, Joan Martín... Fuera del ámbito de nuestra Universidad, queremos agradecer los valiosos comentarios y sugerencias de Emil Herbolzheimer y Jordi Montaña (ESADE), de Josep M^a Surís y Carlos Guallarte (Universidad Autónoma de Barcelona), de Esteban Fernández (Universidad

de Oviedo) y de Fernando Palop y José M^a Vicente (IMPIVA, Valencia), destacados expertos en estas materias.

Por otra parte, el libro no habría sido posible sin la aportación de Narcís Mundet en la preparación de material y en la redacción parcial de algunos capítulos. Tampoco habría sido posible sin las aportaciones de Ramon Maspons (UPC) y Rafel Martí (UdG), especialmente en lo referente a los trabajos de revisión final. Finalmente, es obligado citar el apoyo recibido de Mariona y Enric Escorsa O'Callaghan y de Jaume Valls Serra, que han realizado la traducción al castellano, de Jordi Alemany y Lluçia Cordero en la realización de los gráficos, de y de Christian Serarols en la revisión y realización técnica de la versión castellana. Sin estas colaboraciones difícilmente habríamos llegado felizmente a puerto en una aventura que, como suele suceder, se ha prolongado más de lo que preveíamos.

Índice

1. La innovación

1.1	Innovar o desaparecer	15
1.1.1	Una economía de nuevos productos	15
1.1.2	Los continuos cambios de la tecnología	17
1.2	El concepto de innovación y la terminología de la I+D (investigación y desarrollo)	18
1.2.1	Algunas definiciones de innovación	18
1.2.2	Investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico	20
1.3	El proceso innovador	23
1.3.1	El modelo lineal	24
1.3.2	El modelo de Marquis	25
1.3.3	El modelo de Kline	27
1.3.4	Clases de innovaciones	28
1.3.5	¿Vale la pena investigar?	35
1.4	Gestión de la innovación y gestión de la tecnología (<i>technology management</i>)	36
1.4.1	Los retos de la gestión de la tecnología	39
1.4.2	Áreas de actuación	42
1.4.3	La sistematización de la gestión de la tecnología y de la innovación	43

2. Estrategia empresarial y estrategia tecnológica

2.1	Estrategia: el concepto y las matrices de posicionamiento	45
2.2	La tecnología como variable estratégica	49
2.2.1	La elaboración de la estrategia tecnológica	49
2.3	Herramientas para la reflexión estratégica	52
2.3.1	La matriz tecnologías-productos	52
2.3.2	La matriz ADL y las estrategias	53
2.3.3	El árbol tecnológico dual	56
2.3.4	La matriz atractivo tecnológico-posición tecnológica	57
2.3.5	La exploración sistemática de aplicaciones en otros sectores:	

	los racimos o árboles tecnológicos	60
2.3.6	Las capacidades esenciales (<i>core competences</i>)	61
2.3.7	Las carteras de tecnologías	65
2.4	El plan estratégico de desarrollo tecnológico	66
2.5	Los tipos de estrategia tecnológica. Algunas clasificaciones	67
2.6	Consideraciones finales	70
3.	Herramientas para la innovación: la vigilancia tecnológica	
3.1	Introducción	73
3.2	¿Qué se debe vigilar? ¿Sobre qué hay que estar alerta?	74
3.3	Estructura de la vigilancia en la empresa: organización y herramientas	77
3.3.1	Organización de la vigilancia	77
3.3.2	Dos herramientas decisivas: bancos de datos y cienciometría	79
4.	Herramientas para la innovación: la creatividad	
4.1	La creatividad	89
4.2	La intuición	90
4.3	La persona creativa	95
4.4	La organización creativa	96
4.5	Herramientas para estimular la creatividad.	98
4.5.1	La tormenta de ideas (<i>brainstorming</i>)	98
4.5.2	La sinéctica.	100
4.5.3	Palabras al azar	100
4.5.4	El análisis morfológico	103
5.	Herramientas para la innovación: la previsión tecnológica	
5.1	La prospectiva	105
5.2	Métodos utilizados en previsión tecnológica	108
5.2.1	Métodos proyectivos	109
5.2.2	Métodos prospectivos	112
5.3	La previsión tecnológica: un balance	117
6.	La gestión de los proyectos de I+D	
6.1	La I+D interna	123
6.1.1	I+D, costes, beneficios e incertidumbre	126

6.2	Criterios y métodos de evaluación de proyectos	128
6.2.1	Poca incertidumbre: métodos económicos	130
6.2.2	Incertidumbre elevada: las listas de criterios	131
6.3	El control de proyectos de I+D	133
6.3.1	La delegación por confianza	136
6.3.2	La cancelación de proyectos	137
7.	La organización de la empresa para la innovación	
7.1	Los recursos asignados a la I+D	139
7.2	El personal de I+D	140
7.2.1	Una tipología del personal relacionado con la I+D	140
7.2.2	El conflicto de I+D <i>versus</i> la gestión	142
7.3	Estructuras organizativas y departamento de I+D	143
7.3.1	Las organizaciones y el cambio	143
7.3.2	Estructuras organizativas	144
7.4	El proceso de desarrollo de nuevos productos y las relaciones entre departamentos	150
7.4.1	Del proceso secuencial a las interacciones continuadas	150
7.4.2	La ingeniería simultánea o concurrente	152
7.5	La gran empresa y la innovación	155
7.6	La empresa virtual	157
8.	Nuevos productos: concepción, <i>marketing</i> y comercialización	
8.1	Introducción: nuevos productos, la visión del <i>marketing</i>	161
8.2	Concepto y posicionamiento	163
8.2.1	Concepto y test del concepto	163
8.2.2	Posicionamiento y estrategias del <i>marketing</i>	164
8.3	Dos herramientas para la concepción de los productos	167
8.3.1	El despliegue de la función de calidad (QFD)	167
8.3.2	El análisis del valor	169
8.4	El proceso de desarrollo	175
8.4.1	El diseño	175
8.5	El plan de <i>marketing</i> y el lanzamiento	178
8.5.1	El plan de <i>marketing</i>	178
8.5.2	El test de <i>marketing</i>	181
8.5.3	El lanzamiento	181
8.6	Éxito o fracaso de los nuevos productos	183
8.6.1	Resultados de investigación sobre nuevos productos	183
8.6.2	¿Puede fracasar la empresa innovadora? La importancia de los recursos complementarios	189

8.7	¿Emerge un nuevo paradigma para el desarrollo de nuevos productos?	193
9.	La protección de la innovación: las patentes	
9.1	La necesidad de proteger las innovaciones	195
9.1.1	Los principales instrumentos	195
9.1.2	Propiedad industrial y propiedad intelectual	199
9.2	La protección de las invenciones (patentes y modelos de utilidad)	192
9.2.1	Las patentes de invención en España	192
9.2.2	Los modelos de utilidad.	208
9.2.3	El diseño industrial (modelos y dibujos industriales)	209
9.2.4	Las vías para patentar	209
9.3	Los signos distintivos (marcas, nombres comerciales y rótulos de establecimiento) . . .	212
9.3.1	La marca	213
9.3.2	Los nombres comerciales	215
9.3.3	Los rótulos de establecimiento	215
9.3.4	La marca europea	215
9.4	La propiedad industrial en América Latina	217
10.	Compra y venta de tecnología	
10.1	Introducción	219
10.1.1	Las modalidades de la transferencia de tecnología	219
10.1.2	Motivaciones de los compradores y de los vendedores de tecnología	222
10.1.3	Estrategias de transferencia de tecnología	225
10.2	El mercado de la tecnología	225
10.2.1	El producto	225
10.2.2	Los canales de distribución	226
10.2.3	El precio	227
10.3	El contrato de transferencia de tecnología	227
10.3.1	La normativa española sobre transferencia de tecnología	229
10.3.2	Algunos contratos específicos	229
11.	La innovación compartida: la cooperación entre empresas	
11.1	La cooperación, estrategia en crecimiento	233
11.2	Las principales modalidades de cooperación.	237
11.3	Las motivaciones de las estrategias de cooperación	237
11.4	Redes, <i>clusters</i> y <i>networking</i>	241
11.5	Las <i>joint ventures</i>	242
11.6	Éxito y fracaso de los acuerdos de cooperación	245

12. Las ayudas institucionales en la innovación y en la I+D

12.1	Las políticas de apoyo en la innovación y la I+D. Justificaciones e instrumentos	247
12.1.1	Las justificaciones	247
12.1.2	La visión de la escuela francesa de sociología de la innovación	248
12.1.3	Principales instrumentos	250
12.2	De las políticas de la ciencia a las políticas de I+D e innovación	251
12.3	Políticas de apoyo y sistemas nacionales de innovación	253
12.3.1	Sistemas nacionales de innovación.	253
12.3.2	Un número creciente de mecanismos, instrumentos y actores	253
12.4	El apoyo financiero	254
12.4.1	Las modalidades	254
12.4.2	Algunos elementos de reflexión sobre el apoyo financiero en la I+D	257

13. Los programas tecnológicos internacionales

13.1	La política comunitaria de I+D	261
13.2	Los programas europeos	264
13.2.1	El programa marco y las áreas prioritarias	264
13.2.2	Los tipos de acciones	265
13.2.3	La mecánica de funcionamiento de las convocatorias y el proceso de selección	266
13.2.4	El apoyo a las pimes: el caso de CRAFT	267
13.2.5	El apoyo en la difusión de resultados: La actividad 3 del IV Programa Marco	268
13.3	Otras actividades internacionales	269

Bibliografía	271
-------------------------------	-----

1 La innovación

1.1 Innovar o desaparecer

1.1.1 Una economía de nuevos productos

Los productos pueden tener éxito internacionalmente por su precio, por su calidad, por su diseño, o sencillamente, porque se dispone de una red comercial más amplia o se ha hecho más publicidad. Pero, ¿cómo han sido posibles estos productos competitivos?, ¿cómo se han generado? La respuesta es: a través de innovaciones.

En una primera aproximación, innovación es sinónimo de cambio. La empresa innovadora es la que cambia, evoluciona, hace cosas nuevas, ofrece nuevos productos y adopta, o pone a punto, nuevos procesos de fabricación. "Innovación es atreverse" e "Innovación es nacer cada día" son dos buenos lemas, tomados de una revista chilena (1997). Hoy, la empresa está obligada a ser innovadora si quiere sobrevivir. Si no innova, pronto será alcanzada por los competidores. La presión es muy fuerte, ya que los productos y los procesos tienen, en general, un ciclo de vida cada vez más corto.

Esta tendencia procede de tres aspectos fundamentales. En primer lugar, el progreso técnico. Los productos actuales pueden desaparecer bruscamente debido a la aparición de nuevos productos con prestaciones mejores. El esfuerzo que se está haciendo por encontrar nuevas tecnologías o mejorar las existentes es inmenso. ¿Quién se acuerda de la televisión en blanco y negro? ¿Y del ordenador doméstico Spectrum, diseñado por Clive Sinclair, muy popular hace pocos años? En segundo lugar, la internacionalización de la economía. La competencia se agudiza, no solamente por parte de los países vecinos de la Unión Europea, sino de países insospechados, como, por ejemplo, los "tigres de Asia". El tercer factor es la desmasificación de los mercados, es decir, la tendencia a fabricar productos cada vez más personalizados, hechos a medida, dirigidos a mercados específicos. Esta trayectoria empuja hacia una mayor flexibilidad en los procesos productivos.

Las distintas etapas del ciclo de vida

Las cuatro etapas generalmente consideradas son las siguientes: introducción, crecimiento o desarrollo, madurez y declive.

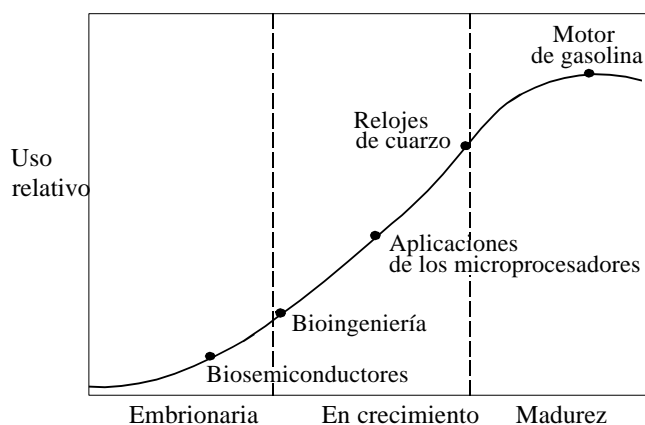
Introducción. Es la primera fase, las ventas crecen lentamente. El producto se está introduciendo y los compradores tienen dudas. Probablemente algunas deficiencias tecnológicas no están del todo resueltas.

Crecimiento. En la segunda etapa el producto va incrementando su aceptación y el mercado llega a ser interesante. Tiene lugar un crecimiento acentuado de las ventas. Surgen más fabricantes dispuestos a producir, si les es posible, este producto ya que las expectativas de ventas son muy estimulantes.

Madurez. En la etapa de madurez, el mercado se encuentra bastante saturado. El producto se ha vendido en gran cantidad y la guerra entre competidores se centra en los precios y la diferenciación.

Declive. Disminuyen los compradores. Las ventas bajan porque probablemente el producto ha quedado anticuado, debido a la aparición de nuevos productos que hacen las mismas funciones.

Determinados autores han asociado a cada etapa características y comportamientos distintos. No solamente los productos están sujetos a un ciclo de vida; la figura 1.1 muestra que las tecnologías también lo están.



Fuente: Arthur D. Little, 1981.

Fig.1.1 Ciclo de vida de las tecnologías

Sin embargo, el ciclo de vida no se sigue siempre fatalmente. Puede producirse una renovación o un "rejuvenecimiento" del producto a consecuencia de la aparición de innovaciones en el proceso de producción o en algún subsistema del mismo producto. La navegación a vela ha experimentado un rejuvenecimiento debido a la práctica deportiva. La máquina de escribir tradicional fue renovada por la máquina electrónica, la cual, a su vez, ha entrado en declive ante la aparición del procesador de textos. José M. Vegara (1990) se pregunta si la industria del automóvil se puede considerar, hoy en día,

madura o renovada, teniendo en cuenta la introducción constante de nuevas mejoras (robots, fabricación flexible, nuevos sistemas de inyección, dirección asistida...). Realmente, la respuesta no es fácil.

1.1.2 Los continuos cambios de la tecnología

Richard Foster, director de McKinsey, ha convertido otro concepto -la *curva en S*- en protagonista de su libro *Innovation* (1986). Esta curva relaciona el esfuerzo efectuado en desarrollar una tecnología (medido por los recursos utilizados, humanos y financieros) con los resultados obtenidos (medidos por el parámetro más significativo: velocidad, consumo, resistencia, tamaño...).

Cuando se inicia la investigación sobre una nueva tecnología, el progreso es muy lento. Se soluciona un obstáculo pero aparece otro inmediatamente. Sin embargo, llega un momento en que los principales problemas están resueltos, y con un pequeño gasto adicional las prestaciones mejoran rápidamente. Después de esta etapa de rápido crecimiento, el progreso se estabiliza de nuevo. La empresa debe gastar más que en el pasado para mantener la misma tasa de progreso o bien se ve obligada a aceptar una tasa de progreso menor. Esto sucede porque la tecnología se halla cerca de su límite.

Foster especifica varios síntomas de esta proximidad al límite: descontento de los directivos respecto al rendimiento de la I+D, aumento de los costes de desarrollo, disminución de la creatividad, mayor esfuerzo en procesos que en productos, importancia de la segmentación en el crecimiento de las ventas, etc.

Esta fase de estancamiento acostumbra a coincidir con un hecho importante: otra u otras compañías, pequeñas por regla general, están ya experimentando otra tecnología. Probablemente al principio sus progresos serán muy lentos, pero, como en el caso anterior, puede suceder que la nueva tecnología mejore y supere a la antigua. Estamos ante una discontinuidad tecnológica, es decir, ante una transición de un grupo de productos o procesos a otro distinto.

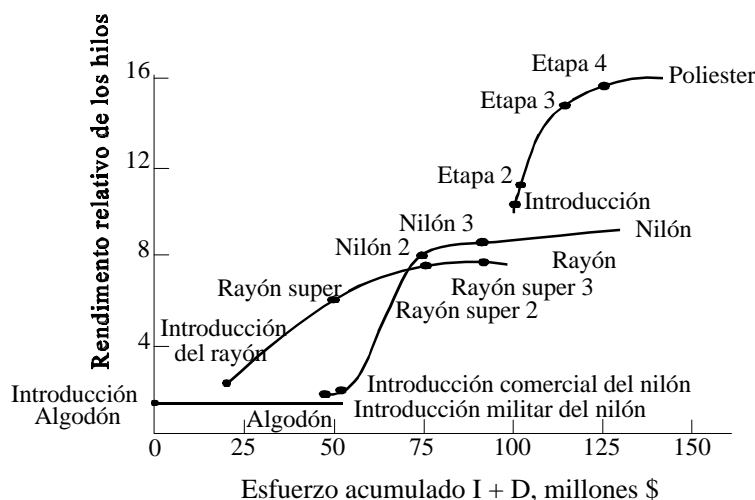
Este progreso rápido de la nueva tecnología puede pasar desapercibido en las empresas existentes y provocar un colapso súbito de sus ventas. La historia empresarial está llena de casos de este tipo; por ejemplo, la venta de cajas registradoras electromecánicas que en 1972 representaban el 90% del mercado americano, cayó a sólo un 10% en 1976, tras la aparición de las cajas electrónicas. Otro caso significativo: la mayoría de las grandes empresas americanas fabricantes de tubos de vacío no sobrevivieron a la aparición del transistor.

Las curvas en S correspondientes al rayón, al nilón y al poliéster son muy reveladoras; la empresa Du Pont obtuvo resultados poco relevantes en su investigación sobre el nilón, ignorando que se encontraba en el tramo horizontal de la curva, mientras que los resultados de Celanese que había apostado por el poliéster, progresaron rápidamente con poco dinero.

Foster defiende que en épocas de discontinuidad la ventaja suele ser de los atacantes, los cuales con frecuencia no tienen nada que perder y mucho que ganar. A la empresa defensora le cuesta mucho reaccionar, cambiar sus hábitos; le es más fácil, y le parece más seguro, continuar invirtiendo en las tecnologías del pasado. Para Foster "la innovación no es un proceso solitario sino una batalla entre atacantes

y defensores".

Las mejores empresas abandonan a tiempo la antigua tecnología y se lanzan con decisión hacia la nueva. Lo han hecho empresas como Procter&Gamble, Gould, United Technologies, IBM... Las conclusiones son muy claras. Las empresas han de acostumbrarse al cambio continuo. Es necesario atacar y defenderse al mismo tiempo. "La innovación es arriesgada, pero no innovar es aún más arriesgado".



Fuente: Foster, 1986

Fig. 1.2 Ejemplo de curvas en forma de S

1.2 El concepto de innovación y la terminología de la I+D (investigación y desarrollo)

1.2.1 Algunas definiciones de innovación

Algunas definiciones nos serán útiles para poder profundizar en la comprensión de diversos conceptos (I+D, innovación, etc.). Los distintos autores y expertos en la materia que nos ocupa definen las innovaciones con matices personales, pero existe un concepto común: nos estamos refiriendo a una idea nueva hecha realidad o llevada a la práctica.

El francés André Piatier define la innovación con "una idea transformada en algo vendido o usado". De forma análoga se expresa el americano Sherman Gee cuando afirma que "la innovación es el proceso en el cual a partir de una idea, invención o reconocimiento de una necesidad se desarrolla un producto, técnica o servicio útil hasta que sea comercialmente aceptado". Otra definición (Pavón y Goodman) la entiende como "el conjunto de actividades, inscritas en un determinado período de tiempo y lugar, que conducen a la introducción con éxito en el mercado, por primera vez, de una idea

en forma de nuevos o mejores productos, servicios o técnicas de gestión y organización".

Las definiciones anteriores se derivan de la de Schumpeter, economista austriaco que fue el primero en destacar la importancia de los fenómenos tecnológicos en el crecimiento económico. Schumpeter definió la innovación, en 1934, en un sentido más general que el de las innovaciones específicamente tecnológicas. Según su definición clásica, la innovación abarcaría los cinco casos siguientes:

1. La introducción en el mercado de un nuevo bien, es decir, un bien con el cual los consumidores aún no están familiarizados, o de una nueva clase de bienes.
2. La introducción de un nuevo método de producción, es decir, un método aún no experimentado en la rama de la industria afectada, que requiere fundamentarse en un nuevo descubrimiento científico; y también puede existir innovación en una nueva forma de tratar comercialmente un nuevo producto.
3. La apertura de un nuevo mercado en un país, tanto si este mercado ya existía en otro país como si no existía.
4. La conquista de una nueva fuente de suministro de materias primas o de productos semielaborados, nuevamente sin tener en cuenta si esta fuente ya existe, o bien ha de ser creada de nuevo.
5. La implantación de una nueva estructura en un mercado, como, por ejemplo, la creación de una posición de monopolio.

Existe acuerdo en que la *innovación* es el elemento clave que explica la *competitividad*. Porter, por ejemplo, se muestra rotundo: "La competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar. Las empresas consiguen ventajas competitivas mediante innovaciones". También lo es François Chesnais cuando manifiesta que "la actividad innovadora constituye efectivamente, con el capital humano (es decir, el trabajo calificado), uno de los principales factores que determinan las ventajas comparativas de las economías industriales avanzadas". Con razón el concepto de innovación es objeto de una atención especial.

Observamos que todas las definiciones concuerdan en el hecho de que la innovación acaba con la introducción con éxito en el mercado. Si los nuevos productos, procesos o servicios no son aceptados por el mercado, no existe innovación. Christopher Freeman, profesor emérito de la Universidad de Sussex, insiste en que un intento de innovación fracasa cuando no consigue una posición en el mercado y/o un beneficio, aunque el producto o proceso "funcione" en un sentido técnico. La estrecha conexión entre los conceptos actuales de competitividad e innovación es evidente: decir que los nuevos productos deben tener éxito es prácticamente lo mismo que decir que han de ser competitivos. Este resultado final comporta, en definitiva, atributos creadores de valor. El nuevo producto o el nuevo proceso proporcionan una utilidad social real o sentida, ya que permitirán a la sociedad lograr mejoras tales como, por ejemplo, más comodidad, confortabilidad, seguridad, energía, calidad o estética.

La innovación así definida no depende necesariamente de la tecnología, entendida como "la aplicación industrial de los descubrimientos científicos". Las tiendas de autoservicio fueron, en su día, una innovación que no necesitó cambios en los productos o procesos. El *leasing* es un caso bien conocido de innovación financiera. Otro ejemplo de innovación en la gestión y la organización bastante conocido también es la comercialización por el sistema de franquicia. En la tabla 1.1 se pueden ver un conjunto de innovaciones con y sin protagonismo de la tecnología. Está claro que muchas innovaciones resultan de combinaciones diversas, por ejemplo, la utilización de cajeros automáticos para libretas de ahorro y tarjetas de crédito. El éxito de la empresa italiana Benetton radica en sus innovaciones en la organización de la producción y, sobretudo, en la distribución (ver cuadro 7.3).

La innovación será "tecnológica" cuando tenga que ver con la ciencia y la tecnología. De forma sencilla diremos que la innovación tecnológica supone para la empresa la introducción de un cambio técnico en los productos o procesos.

En el Manual de Oslo de la OCDE se afirma que las innovaciones tecnológicas hacen referencia tanto a los productos como a los procesos, así como a las modificaciones tecnológicas que se llevan a término en ellos. No se consideran innovaciones hasta que se ha introducido el producto en el mercado o hasta que se ha implantado en el proceso la idea nueva o la nueva manera de hacer. La diferencia permite separar las innovaciones en *innovaciones de producto* e *innovaciones de proceso*. Finalmente se menciona que no solo la tecnología interviene en el proceso de la innovación, sino también las actividades científicas diversas, las cuestiones de tipo organizativo, las consideraciones financieras y las consideraciones comerciales.

1.2.2 Investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico

Dentro del proceso de innovación se suele separar lo que se considera propiamente I+D (investigación y desarrollo tecnológico) del resto. La I+D se desglosa a su vez en tres clases: investigación básica o fundamental, investigación aplicada y desarrollo tecnológico.

La investigación básica comprende todos aquellos trabajos originales que tienen como objetivo adquirir conocimientos científicos nuevos sobre los fundamentos de los fenómenos y hechos observables. Dentro de este tipo de trabajo se analizan propiedades, estructuras y relaciones y su objetivo consiste en formular hipótesis, teorías y leyes. Los resultados se publican en revistas bastante especializadas y no pretenden lograr ningún objetivo lucrativo en concreto.

La investigación aplicada consiste en trabajos originales que tienen como objetivo adquirir conocimientos científicos nuevos pero orientados a un objetivo práctico determinado. Está muy ligada a la investigación básica a causa de que utiliza posibles resultados de la investigación básica y estudia métodos y medios nuevos para lograr un objetivo concreto. Los resultados que se obtienen son los productos determinados, una gama de productos nuevos o, incluso, un número limitado de operaciones, métodos y sistemas. Los resultados son susceptibles de ser patentados.

Tabla 1.1 Algunos ejemplos de innovaciones

<i>Carácter predominante tecnológico</i>	
<i>Nuevos materiales</i>	<i>(los plásticos, las aleaciones de metales, la fibra óptica, etc.)</i>
<i>Nuevos componentes elementos o subsistemas</i>	<i>(el circuito impreso, el neumático radial, los semiconductores, el velcro, los frenos ABS, el airbag etc.)</i>
<i>Nuevos productos acabados fundamentados en uno o dos principios sencillos</i>	<i>(la píldora anticonceptiva, el cepillo de dientes eléctrico, el bolígrafo, etc.)</i>
<i>Nuevos sistemas complejos</i>	<i>(combinan de manera más o menos original componentes ya conocidos o nuevos: el ordenador, la TV en color, el disco compacto, el teléfono celular, el fax, la red Internet, etc.)</i>
<i>Nuevos envases y formas de administración de los productos</i>	<i>(facilitan la utilización del producto y su transporte o aumentan el placer : el café soluble, la aspirina efervescente, el betún de zapatos en tubo, etc.)</i>
<i>La utilización de nuevos ingredientes</i>	<i>(permiten de hacer el mismo producto o productos similares a partir de productos distintos: los metales o el papel procedentes de reciclaje , la sustitución de las tuberías de acero por tuberías de plástico, la sustitución de los cables de cobre por los de fibra óptica, etc.)</i>
<i>Nuevos procedimientos que utilizan nuevos equipos</i>	<i>(la destrucción de las piedras del riñón por ondas de choque, los robots para soldadura o pintura, etc.)</i>
<i>Carácter predominante comercial</i>	
<i>A diferencia de otros casos, las modalidades de innovación aquí mencionadas se basan, principalmente, en un hallazgo en el campo de la comercialización, la distribución o similares.</i>	
<i>Nueva presentación de un producto</i>	<i>(vender enciclopedias o cursos de idiomas en fascículos o en CD-Rom)</i>
<i>Nuevas modas de distribución de un producto</i>	<i>(la venta de revistas en los supermercados, las máquinas de vending, la franquicia)</i>
<i>Nueva aplicación de un producto conocido</i>	<i>(una nueva forma de publicidad: carteles en el techo de los taxis)</i>
<i>Nuevo sistema comercial</i>	<i>(el cash and carry, la tarjeta de crédito, el leasing para financiar compra de equipo, el factoring, etc.)</i>
Fuente: adaptado de Barreyre (1975)	

El desarrollo tecnológico abarca la utilización de distintos conocimientos científico para la producción de materiales, dispositivos, procedimientos, sistemas o servicios nuevos o mejoras substanciales. Realiza trabajos sistemáticos basados en conocimientos existentes, procedentes de la investigación aplicada o de la experiencia práctica. Su primer objetivo consiste en lanzar al mercado una novedad o una mejora concreta. Para poder ensayar, normalmente se hacen pruebas con un prototipo o una planta piloto; actualmente, sin embargo, se tiende de forma creciente a la simulación por ordenador.

En la etapa de la investigación básica, los investigadores se dedican a estudiar los conocimientos científicos teóricos existentes sobre los cuales se puede fundamentar las propiedades observadas y en la búsqueda de fórmulas adecuadas y leyes coherentes del comportamiento del material. En esta etapa, los científicos e investigadores analizarán propiedades, estructuras y relaciones y formularán finalmente hipótesis, teorías y leyes que, si han sido bien elaboradas y justificadas, serán reconocidas por la comunidad científica internacional como un *descubrimiento*.

En la segunda etapa los científicos y técnicos se preocupan de la aplicación en la industria de los materiales con estas propiedades y de cómo pueden producirse realmente. Se manifiesta ya un afán de lucro. En esta fase de *investigación aplicada* se trata de obtener una primera muestra del material, aparato o mecanismo. Si realmente cumple todas las propiedades esperadas estaremos ante una *invención* (o un *invento*). Se dispondrá de algunas unidades que permitan registrar la patente y preparar la producción a escala industrial.

La empresa que ha conseguido la patente ha de continuar el proceso hasta el lanzamiento del producto al mercado. Esta fase se conoce con el nombre de *desarrollo tecnológico experimental*. La empresa busca el método de fabricación adecuado para poder producir el invento en grandes cantidades y con fiabilidad absoluta, garantizando las propiedades logradas en la etapa previa de investigación aplicada. En esta fase la empresa debe disponer de una planta piloto o de un prototipo que le permita producir, como prueba, el producto tal como se quiere lanzar al mercado. La empresa consigue de esta forma disponer del conjunto de conocimientos que le permitan "saber cómo se hace" (el *know-how*), la *información*. Es decir, posee ya la *tecnología* necesaria para fabricar el producto.

Si se considera que la planta piloto es eficaz y viable habrá que hacer las inversiones necesarias para producir en grandes series y vender al mercado. Este producto será entonces una *innovación*, justamente en el momento en que sea objeto de un programa regular de producción y sea comercializado y distribuido con normalidad.

Es necesario ordenar y comentar críticamente algunos de los conceptos básicos que han aparecido en los esquemas que acabamos de comentar. El primer concepto que hay que precisar es el de invento. Según Freeman, un invento es "una idea, un boceto o un modelo para un dispositivo, producto o sistema nuevo o perfeccionado". El concepto de innovación es, pues, mucho más amplio que el de invención, que se refiere sólo a la resolución de una cuestión planteada. Innovación va más lejos y no acaba hasta la puesta al mercado de la invención. El origen de la tecnología está precisamente en el invento. Evidentemente los conocimientos científicos se pueden encontrar en la base del invento pero son otra cosa. Existe una frase que nos puede ayudar a separar inventos de conocimientos científicos:

"Solo se puede descubrir lo que ya existe, en cambio solo se puede inventar lo que no existe, como, por ejemplo, una máquina nueva". La ciencia se descubre, las máquinas se inventan. Toda invención ha de consistir en el planteamiento de un problema y en la resolución de este problema.

Aunque los inventos son patentados frecuentemente, no conducen necesariamente a innovaciones tecnológicas. De hecho, la mayoría no lo hacen; no se llegan a comercializar o no tienen éxito en su introducción en el mercado. De hecho, la invención no es sino la producción de un nuevo conocimiento, mientras que la innovación es la primera comercialización de un invento.

La distinción entre invención e innovación ha sido objeto de estudio de un gran número de autores. En la más estricta tradición schumpeteriana la OCDE (1982), en su análisis sobre la innovación en las pymes, destacó cuidadosamente las dos fases remarcando que la invención no pasa a ser innovación si no se concreta en un producto aceptado por el mercado y ampliamente difundido. El agente de la invención es el científico o el técnico, mientras que el agente de la innovación es el empresario.

Sin embargo, si se pretende hacer análisis muy detallados no siempre es posible establecer fronteras tan claras. En la raíz de esta última postura se encuentra una línea de pensamiento que, como defiende Bertrand Gille (1978) en su reconocida obra *Histoire des techniques*, considera incluso la "desaparición de la invención como una entidad diferenciada: desaparece y se borra por la importancia que toman los dos elementos que lo enmarcan (es decir, el progreso científico que le precede y la innovación que viene a continuación). Antes, las invenciones, para poder ser aplicadas, debían esperar que las condiciones técnicas, económicas, sociales, etc. fueran favorables. La innovación seguía a la invención. Hoy en día es el deseo de la innovación el que suscita la invención: de hecho, el esquema se ha invertido". Gille toma el ejemplo de determinados laboratorios de empresas donde constata un cambio radical en los métodos de trabajo: se ha pasado de una etapa de utilización industrial y sistemática de los resultados de la investigación fundamental hacia la aplicación industrial a una nueva fase en la cual para inventar algo nuevo se determina el nivel científico necesario y se llega a la investigación fundamental para encontrar una solución a un problema técnico.

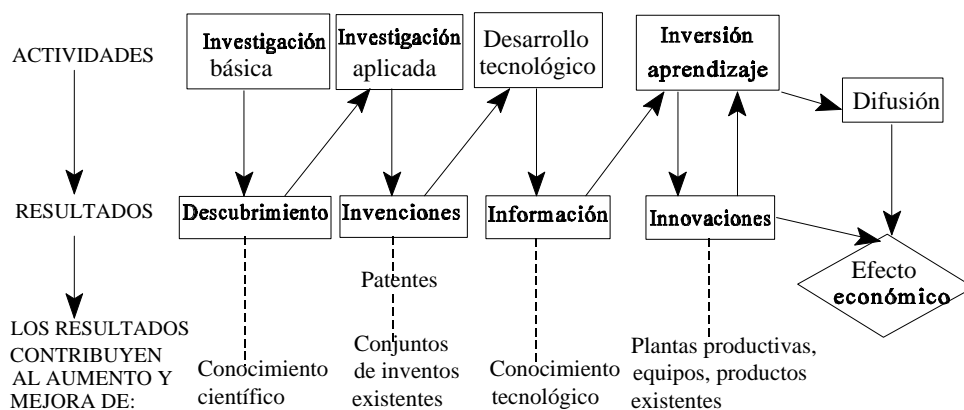
1.3 El proceso innovador

Para estudiar el proceso que tiene lugar hasta que se lleva una invención al mercado, distintos autores han aportado una serie de modelos que permiten entender el camino seguido y las fases que intervienen en el mismo. Para familiarizar al lector y enriquecerlo con las visiones que han evolucionado a lo largo de las últimas décadas, se exponen aquí los modelos más conocidos. No obstante, ninguno de estos modelos explica contundente y definitivamente la innovación; todos presentan carencias e interrogantes. La innovación es una actividad compleja, diversificada, con muchos componentes en interacción, que actúan como fuentes de las nuevas ideas, y es muy difícil descubrir las consecuencias que un hecho nuevo puede llegar a ofrecer.

1.3.1 El modelo lineal

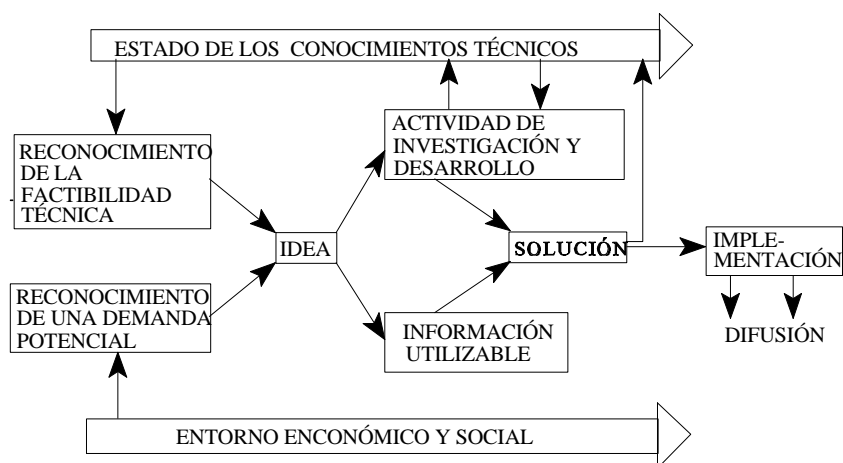
Habitualmente se empieza la descripción del proceso innovador utilizando un modelo teórico lineal que comprende diversas etapas, tal como ya se ha expuesto en el apartado anterior. Es decir, el proceso empieza con la investigación básica, pasa por la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico y acaba con el *marketing* y el lanzamiento al mercado de la novedad. Este modelo no es demasiado realista, como veremos más adelante, pero tiene la ventaja de introducir una serie de conceptos útiles. La figura 1.3 muestra esta secuencia que va de la investigación básica al mercado.

Sin embargo, este modelo por etapas, que sirve para compartimentar una realidad compleja y para darnos un vocabulario para nombrar y precisar los pasos que nos llevan a la innovación, es, como hemos dichos, poco realista. Puede dar la idea falsa de que el proceso deba empezar necesariamente por la investigación básica cuando, de hecho, no ha de seguir forzosamente la secuencia anterior. Existen innovaciones que pueden empezar a desarrollarse aprovechando resultados de investigaciones aplicadas ya existentes o, sencillamente, haciendo sólo la fase del diseño y lanzamiento del producto a partir de un replanteamiento de la forma. Este tipo de planteamiento suele ser bastante frecuente en las pymes. Estas empresas, a menudo carentes de recursos, no siempre pueden permitirse realizar investigación básica o aplicada.



Fuente: Rosseger, 1980

Fig 1.3 El modelo para etapas de la innovación tecnológica



Fuente: A partir de las aportaciones de Gruber y Marquis (1969),
Myers y Marquis (1969), Marquis (1969) y Utterback (1969, 1971a, 1971b)

Fig. 1.4 El proceso de la innovación tecnológica según Marquis

1.3.2. El modelo de Marquis

Un esquema más cercano a la realidad empresarial constata que las innovaciones suelen partir de una idea sobre un nuevo o mejor producto o proceso de producción. Esta idea no procede necesariamente del departamento de investigación sino que puede emanar de cualquier departamento de la empresa: producción, comercial, etc. De hecho, la mayoría de las ideas innovadoras son aportadas por el departamento comercial que recoge las sugerencias de los clientes.

Esta idea debe cumplir dos requisitos fundamentales: la factibilidad técnica y la demanda potencial. Los dos son imprescindibles. Schmookler los ha comparado a las dos hojas de unas tijeras: si falla una la innovación no es posible. A partir de la idea se pondrá en marcha el proceso que examinará las posibilidades de la tecnología actual y, si estas se muestran insuficientes, "retrocederá" hasta la investigación aplicada o, incluso, a la investigación básica (la figura 1.4 ilustra este modelo más realista). Muchas innovaciones no requieren ningún tipo de investigación básica o aplicada, ya que son posibles a partir de combinaciones nuevas de las tecnologías existentes. En definitiva, la secuencia de la innovación es ahora la siguiente: empieza con la formulación de la idea, pasa por la investigación y la obtención de la solución y concluye con la implementación y difusión.

Tabla 1.2 Rasgos esenciales de la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico

	Definición	Tipos de trabajo	Objetivo	Comentarios
Investigación básica	Trabajos originales que tienen como objetivo adquirir conocimientos científicos nuevos sobre los fundamentos de los fenómenos y hechos observables	Analiza: - Propiedades - Estructuras - Relaciones	Formular: - Hipótesis - Teorías - Leyes	Los resultados no pretenden ningún objetivo concreto. Suelen publicarse en publicaciones bastante o muy especializadas
Investigación aplicada	Trabajos originales que tienen como objetivo adquirir conocimientos científicos nuevos, pero que están orientados a un objetivo práctico determinado	Estudia: - utilidades posibles de los resultados de la investigación básica - Métodos y medios nuevos para lograr un objetivo concreto	Objetivo práctico determinado	Los resultados generan: - un producto único - un número limitado de productos - un número limitado de operaciones, métodos o sistemas. Los resultados son susceptibles de ser patentados
Desarrollo experimental o tecnológico	Utilización de conocimientos científicos para la producción de materiales, dispositivos, procedimientos, sistemas o servicios nuevos o mejoras substanciales	Realiza: - trabajos sistemáticos basados en conocimientos existentes (procedentes de la investigación aplicada o de la experiencia práctica)	Lanzar al mercado una novedad o mejora concreta	Acaba normalmente con los ensayos y pruebas de un prototipo o una planta piloto

Fuente: Escorsa y Solé, 1988

Gee descompone este modelo en las etapas siguientes:

- 1) En primer lugar existe una idea que comporta una cierta factibilidad técnica y una posible demanda del mercado. Esta idea requerirá el examen de los conocimientos técnicos disponibles y, si éstos no son suficientes, habrá que poner en marcha un proceso de investigación.
- 2) Si se han resuelto los problemas técnicos anteriores, habrá que llegar a la construcción de prototipos o plantas pilotos que permitan conocer mejor las propiedades físicas y los costos de los nuevos productos o procesos.
- 3) Si los resultados de las etapas anteriores han sido alentadores, se profundizará más en los aspectos de diseño, fabricación y *marketing* hasta llegar a la introducción en el mercado. Normalmente, los costes de esta tercera etapa son, como mínimo, diez veces superiores a los de la primera. La creación de un nuevo producto no es un proceso lineal. Las ideas que conducen a una innovación nacen en medio de un vaivén permanente entre los hombres de *marketing* y los técnicos.

El éxito de la innovación atrae a los imitadores, empresarios que copian o perfeccionan el producto o proceso innovador. A partir de la empresa innovadora y de los imitadores empieza el proceso de difusión de la innovación, es decir, la etapa de penetración masiva del nuevo producto en el mercado o de la nueva tecnología en la práctica industrial.

1.3.3 El modelo de Kline

Es quizás el modelo más completo. Kline critica el modelo lineal y propone un modelo que refleje mejor la complejidad del proceso innovador. Según este modelo, existen cinco caminos o trayectorias que conducen a la innovación, todos importantes, que se pueden seguir en la figura 1.6.

- 1) El camino central de la innovación (flechas c) empieza con una idea que se materializa en un invento y/o diseño analítico, el cual, evidentemente, ha de responder a una necesidad de mercado. El diseño analítico se denomina también diseño de ingeniería (*engineering design*) porque suele ser efectuado por los ingenieros, los cuales seleccionan procesos, utilizan componentes disponibles o diseñan elementos nuevos que, combinados, permiten llegar, como una síntesis, a un artefacto o sistema que da forma a la idea inicial. Este invento y/o diseño analítico pasa a continuación por un proceso de diseño detallado que acaba en un prototipo, que es probado en la fase de desarrollo tecnológico. Más adelante vienen las etapas de fabricación y comercialización.
- 2) Existen diversas realimentaciones (*feedback links*): a) entre cada etapa del camino central y la etapa anterior (círculos f), b) desde el producto final, que quizás presenta algunas deficiencias y obliga a efectuar algunas correcciones en las etapas anteriores (flechas f), y finalmente, c) desde el producto final hasta el mercado potencial (flecha F); cada nuevo producto crea nuevas condiciones del mercado (por ejemplo, el televisor en blanco y negro creó la necesidad del televisor en color).

- 3) La conexión con la investigación a través del uso de los conocimientos existentes. Desde todas las fases del camino central se utilizan los conocimientos existentes (flechas 1-2). Pero cuando no se ha conseguido la información que se busca, debe investigarse para encontrar la solución (flechas 3-4). Por tanto, la investigación no suele ser la fuente directa de las innovaciones.
- 4) Existe una conexión entre la investigación y la innovación: los descubrimientos de la investigación pueden dar lugar a inventos, los cuales se convertirán en innovaciones *technology push*.
- 5) Finalmente existen conexiones directas entre los productos y la investigación (flecha S). La ciencia depende de la tecnología: el telescopio facilitó los trabajos de Galileo y el microscopio los de Ramón y Cajal. Los nuevos instrumentos hacen posible investigaciones más profundas y complejas.

El mercado sólo puede ser satisfecho si se han resuelto los problemas técnicos; de hecho un descubrimiento es importante en el grado en que puede ser utilizado por las leyes del mercado. Por eso las discusiones sobre quién es más importante, si el tirón del mercado (*market pull*) o el empujón de la tecnología (*technology push*), son tan filosóficas y estériles como saber si es primero el huevo o la gallina. (Ver cuadro 12.2)

Una de las diferencias más importantes con el modelo lineal es que el modelo de Kline relaciona la ciencia y la tecnología en todas las partes del modelo y no sólo al principio, como hace el modelo lineal. Considera la innovación como una manera de encontrar y solucionar problemas, no como algo totalmente nuevo, como nos hacía creer el modelo lineal.

Es necesario comprender que la innovación surge del contacto con la ciencia a lo largo de todo el proceso en dos estados distintos: primero como ciencia almacenada, utilizada cuando se encuentra un problema tecnológico y se recurre a soluciones ya existentes, y, en segundo lugar, cuando no se encuentren estas soluciones, ya que entonces deben emprenderse nuevas investigaciones. Debe observarse que el tipo de ciencia en cada punto concreto del modelo es distinto: en las etapas de diseño o invención es ciencia pura, con un campo de acción muy amplio. En los procesos de desarrollo se buscan mejoras en los componentes u otras propiedades que aparezcan cuando el conjunto de las piezas actúen juntas. La investigación en el estadio de producción se centra más en la disminución de los costes. Estas visiones son innovaciones respecto al modelo lineal.

1.3.4 Clases de innovaciones

Según las definiciones de los apartados anteriores, la palabra innovación tiene un alcance muy amplio. Todo entra: desde la penicilina o el transistor hasta una pequeña modificación en el envase del producto. Estamos poniendo en el mismo cesto las innovaciones más trascendentales y las pequeñas mejoras casi insignificantes.

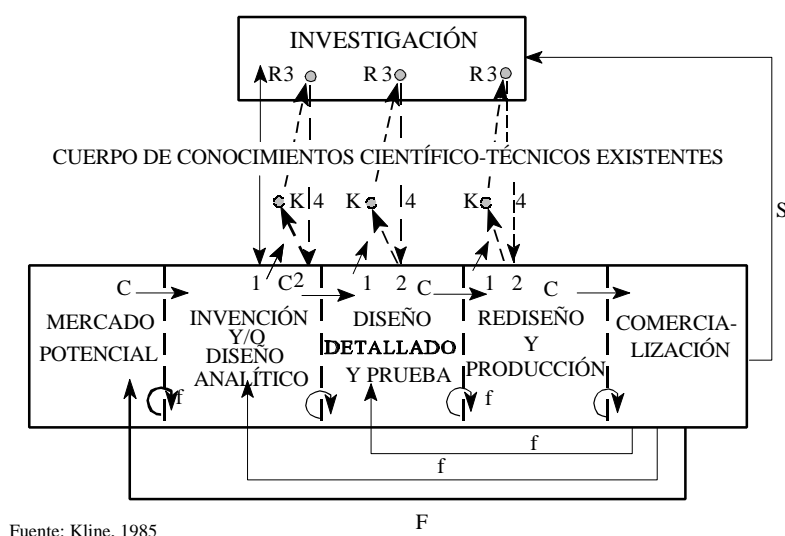


Fig. 1.6 El modelo de Kline

Evidentemente, no todas las innovaciones tienen la misma importancia. Puede distinguirse entre innovaciones *principales o radicales* que suponen una rotura súbita (*breakthrough*, en la terminología inglesa) respecto al estado anterior, e innovaciones *incrementales*, formadas por mejoras de los productos o procesos ya conocidos. Las innovaciones radicales producen mejoras espectaculares en los resultados, sin que la mejora en los costes sea la variable relevante. En cambio, la innovación incremental se concreta, sobretudo, en la reducción de los costes.

Los japoneses defienden la continua introducción de innovaciones incrementales (que denominan *kaizen*). No obstante, algunos piensan que, en los tiempos actuales, las innovaciones incrementales no van a ser suficientes. Tom Peters, por ejemplo, expresa que: "Los tiempos locos requieren empresas locas. Y la mayoría, por no decir todo el valor creado por la empresa, sea cual sea su tamaño o sector, proviene de dos fuentes: la inteligencia y la imaginación. La mejora constante -el *kaizen*-, santo y seña de los años ochenta, ya no basta. Sólo la revolución, o mejor, la revolución perpetua, sirve. La cuestión consiste en comprimir diez años de cambio, según las medidas de ayer, en un año o menos. Luego, respirar hondo y volver a empezar" (Barnet, 1997).

Abernathy considera que el progreso tecnológico en un sector está generado por el paso de una innovación radical a un estado generalizado de innovaciones incrementales. Sucesivamente se pasa de una situación inicial caracterizada por la presencia de mano de obra altamente calificada, maquinaria de tipo general y preocupación por los resultados del producto o proceso a otro donde los rasgos dominantes son la producción en masa, la intensidad en capital, una mano de obra menos calificada y, en general, la reducción de los costes.

Cuadro 1.1 El reloj Swatch

Hacia la mitad de la década de los ochenta, la región suiza del Jura, integrada por los cantones de Neuchâtel, Jura y Soleure, cerca de la frontera francesa, sufría una crisis sin precedentes. Entre 1975 y 1985 había perdido 30.000 puestos de trabajo, un 11 % de su población activa. En esta zona se concentraba la industria relojera, especializada en la construcción de relojes mecánicos de alta precisión. Esta industria se había visto sorprendida por la súbita irrupción de los relojes electrónicos, de marcas tan agresivas como las japonesas Seiko o Citizen. Las empresas suizas conservaban sólo el 3 % de la cuota de mercado de los relojes de gama media y el 97 % de la gama de lujo, segmento, este último, pequeño y con crecimiento lento. La situación era muy crítica, casi de naufragio total.

En aquel momento entró en escena Nicolás Hayek, ingeniero consultor, nacido en el Líbano en el seno de una familia que emigró a Europa. El 1985 los bancos suizos le ofrecieron la compra de las acciones de Swis Corporation for Microelectronics and Watchmaking -formada dos años antes, por la fusión de dos grandes fabricantes relojeros en quiebra, siguiendo una iniciativa del propio Hayek- para ver si podía hacer algo para evitar el hundimiento de la industria. Hayek aceptó el reto, adquirió más del 50 % de las acciones y se convirtió en consejero delegado. Era preciso fabricar un reloj barato en un país de mano de obra muy cara, con un estilo que los japoneses no pudiesen imitar fácilmente. Los bancos dudaban en dar apoyo a este proyecto. El mismo Hayek explica su sueño:

"¿Por qué no podemos diseñar un reloj impactante, barato, de alta calidad y construirlo en Suiza? ¿Por qué hemos de llevar un solo reloj durante toda la vida? ¿Por qué no cambiamos de reloj como de camisa o corbata? ¿Por qué no lo probamos? Hemos de lanzar al mercado un producto de gran calidad a un precio muy económico, que permita obtener un beneficio que no sea nunca inferior a un tercio de este precio. Pocas piezas, pocas complicaciones, mucha calidad, muy buen diseño. Plástico." (Carrión, 1995).

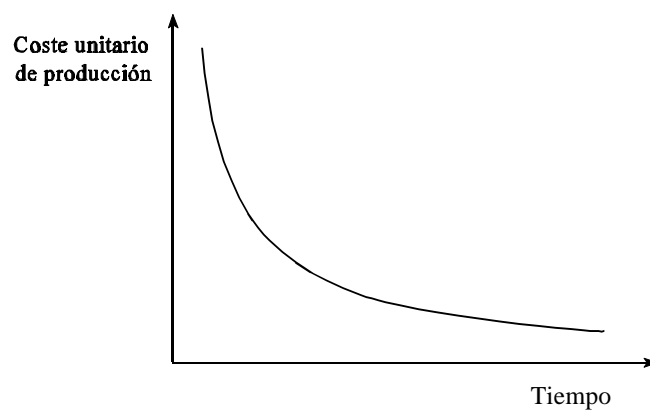
El sueño se transformó en un éxito espectacular, capaz de arrastrar y revitalizar a toda la industria relojera suiza. Se innovó en el diseño (línea *pop-art*), la fabricación (completamente robotizada) y la distribución. Continúa Hayek:

"Un reloj es un mensaje. Un estilo. Un diseño. Un capricho. Muchas cosas. Lo llevan los reyes y los obreros. Los hay para todos los gustos. Mi gran fuerza son los 100 millones de persona que cada año compran mi reloj. No tengo otra fuerza más que ésta: la de 100 millones de clientes a los cuales les gusta el Swatch. Procuro tratarlos muy bien. Mantengo los precios. Lanzo constantemente nuevas colecciones. Nuevos diseños: 200 nuevos modelos cada año. Nuevas ideas. Se han de aprovechar las oportunidades, cultivar la imaginación y no dormirse nunca sobre los laureles".

Actualmente Swatch está desarrollando con Mercedes Benz un coche ecológico, que se pondrá a la venta a finales del 1997 y que funcionará con dos versiones: electricidad, generada por el mismo coche, y gasolina. También está diseñando un reloj que incorpora un sistema de alarma, un reloj-teléfono e, incluso, un reloj destinado al mundo árabe con un indicador que señala en todo momento dirección a la Meca.

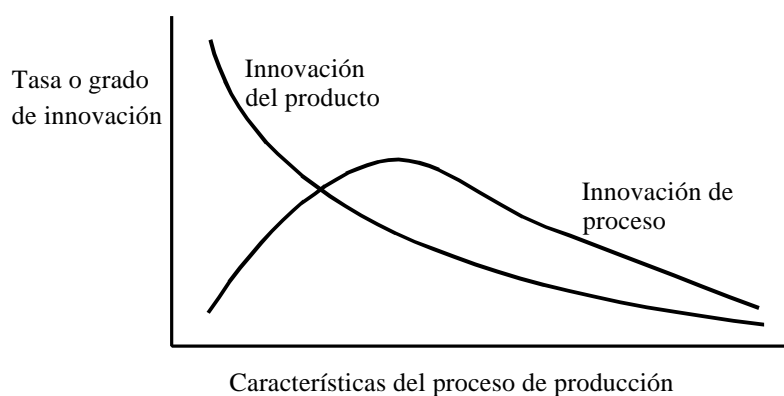
Fuente: A partir de Vasserot (1987), Hamel y Prahalad (1994) y Carrión (1995)

Esta reducción de costes, debida a las continuas innovaciones incrementales, se plasma en la denominada curva de aprendizaje o de experiencia (*learning curve*) (figura 1.7). En el mismo sentido, la figura 1.8 muestra la curva de Utterback, que indica que una innovación de producto va seguida, en general, por innovaciones de proceso, que tienden a bajar los costes de producción, en el camino hacia la estandarización.



Los costes unitarios disminuyen a medida que la empresa va produciendo en el proceso continuas innovaciones incrementales.

Fig. 1.7 Curva de aprendizaje



Fuente: Utterback, 1982.

Fig.1.8 Relación entre la innovación de producto y la innovación de proceso

¿Es imprescindible la investigación para innovar?

La investigación no es imprescindible. Como podemos ver en el cuadro 1.2, la investigación es sólo uno de los medios para acceder a la tecnología. Por tanto, puede haber innovación sin investigación. De hecho, el modelo español de industrialización en el período 1960-1975 -los años del "milagro español"- se ha caracterizado por la introducción de la tecnología a través de la compra, bien de forma directa (adquisición de tecnología) o mediante los bienes de equipo (tecnología incorporada).

La adquisición de tecnología presenta diversas ventajas, que se comentaran en el capítulo 10, como por ejemplo la rapidez en su disponibilidad o la ausencia del riesgo inherente a la investigación propia.

¿Debe concluirse que no hay que realizar investigación propia? De ninguna manera. Si no se investiga nunca se llegará a la vanguardia, a ser el primero. Además, como recuerda Pavitt, de la Universidad de Sussex, "la habilidad de un país en asimilar la tecnología extranjera está asociada estrechamente con el volumen de las actividades tecnológicas y de inversión indígenas". La asimilación y la posterior mejora de la tecnología extranjera del Japón fueron acompañadas por un alto nivel de actividades de I+D propias.

Tabla 1.3 Modalidades de acceso a la tecnología

-I+D-	Interna Externa.	En colaboración (por ejemplo, los programas tecnológicos europeos) (subcontratación en centros de I+D o universidades nacionales o extranjeras)
-Compra de tecnología		
-Licencias		(tanto de tecnología patentada como de know-how no patentado)
-Asistencia técnica		
-Acuerdo con otras empresas		Alianzas. Joint ventures (creación de una filial en común)
-Adquisición de empresas		
-Otros.		Compra de maquinaria o de plantas "llaves en mano" (tecnología incorporada). Información técnica (libros, revistas, ferias de muestras, bancos de datos sobre patentes,...) Contratación de técnicos especializados

Nota: Se entiende por know-how el conjunto de conocimientos aplicables a un proceso de producción, mantenido habitualmente en secreto, que puede estar concretado en elementos tangibles o intangibles.

En este contexto puede ser útil distinguir entre I+D *creativa*, que intenta poner en marcha nuevos productos y procesos, y I+D *de asimilación*, que quiere comprender y absorber los resultados de la investigación extranjera. Durante los años cincuenta y sesenta el Japón hizo, sobretodo, I+D para asimilar la tecnología americana, cosa que le permitió después, una vez eliminado el *gap*, pasar a la investigación creativa.

La clasificación de las innovaciones en radicales e incrementales se muestra todavía insuficiente. Existen innovaciones que dan lugar al nacimiento de sectores enteros, como la informática, mientras que otros también radicales, como la penicilina o el escáner no tienen la misma trascendencia económica. Examinaremos a continuación diversos enfoques.

La trasiliencia

Abernathy y Clark aportan el concepto de "trasiliencia", que definen como "la capacidad de una innovación para alterar - desde mejorar hasta destruir- los sistemas existentes de producción y *marketing*". Algunas innovaciones dejan completamente fuera de juego, anticuadas, a las empresas competidoras, mientras que otras más bien refuerzan el *status quo* existente. Por ejemplo, Foster, director de McKinsey, recuerda que los fabricantes de tubos de vacío americanos fueron eliminados de repente cuando apareció el transistor. Así mismo, la entrada de Timex convulsionó la industria relojera a causa de su nueva tecnología, los precios baratos y la distribución por canales distintos de los habituales.

Clases de innovación		
Rotura/Creación de nuevas relaciones	NICHO	ARQUITECTÓNICAS
	Ford modelo A (1927)	Ford modelo T (1908)
Conserva/Intensifica las relaciones existentes	Arranque eléctrico (1912)	Motor V8 (1932)
	REGULARES	REVOLUCIONARIAS
<div> <div>Conserva/Intensifica la competencia existente</div> <div>Tecnología/Producción</div> <div>Interrumpe/Convierte en obsoleta la competencia existente</div> </div>		

Fuente: Abernathy y Clark, 1985

Fig. 1.9 Trasiliencia y clases de innovación

En la figura 1.9 Abernathy y Clark sitúan la transiliencia comercial, o de mercado, en el eje vertical y la transiliencia tecnológica en el horizontal. Los cuadrantes resultantes representan las clases de innovación siguientes:

- a) *Arquitectónica*. La innovación representa un salto tecnológico importante que da lugar a sectores o subsectores totalmente nuevos y modifica las relaciones con el mercado y las empresas competidoras. La radio, la xerografía o el Ford modelo T del año 1908, destinado al gran público, o el reloj de cuarzo, son ejemplos de este tipo.
- b) *Nicho*. Abre nuevas oportunidades de mercado a partir de las tecnologías existentes. Ejemplos: la radio o la TV portátiles, el *walk-man*, la máquina de fotografiar desechable,
- c) *Regular o rutinaria*. Implica cambios que aprovechan las capacidades técnicas y de producción existentes, y se dirige a los mismos clientes. Se refuerza y protege la situación actual. Ejemplos: la cadena de montaje, la soldadura automática o el encendido electrónico en el mundo del automóvil.
- d) *Revolucionaria*. Hace anticuados las tecnologías y los procesos de producción actuales, pero no modifica los mercados existentes sino que los refuerza. Los autores de esta clasificación ponen como ejemplo el motor con 8 cilindros en V de Ford, el año 1932, en el sector del automóvil. Otro ejemplo podría ser el disco con lectura láser.

Peter Drucker

Peter Drucker, conocida autoridad mundial en materia de dirección de empresas y Doctor Honoris Causa por la Universitat Politècnica de Catalunya, propone una clasificación distinta, muy práctica. Drucker distingue entre *mejora*, *evolución gestionada* e *innovación* propiamente dicha. Estas tres actividades son muy distintas.

La mejora pretende hacer que lo que tiene éxito sea todavía mejor. Requiere objetivos cuantitativos específicos, como por ejemplo una mejora del 3 o del 5 % anual en los costes, en la calidad o en la satisfacción del cliente. Drucker avisa que "cualquier nuevo producto, proceso o servicio empieza a ser anticuado desde el primer día que genera beneficios".

La evolución gestionada es el uso de un nuevo producto, proceso o servicio para crear un producto o servicio todavía más nuevo. Su lema es: "Cada producto nuevo con éxito es el escalón para llegar al próximo proyecto". El *walk-man* de Sony, obtenido a partir del magnetofón, es un buen ejemplo de evolución gestionada.

La innovación, según Drucker, es el uso sistemático como oportunidad de los cambios en la sociedad, en la economía, en la demografía y en la tecnología. Las revistas dedicadas a la salud y la ecología, las clases de gimnasia, los equipos para hacer *jogging*, el Club Mediterráneo, etc. son ejemplos de innovaciones que aprovechan las nuevas tendencias sociales.

1.3.5 ¿Vale la pena investigar?

Globalmente, la respuesta es obvia. En el ámbito de la empresa podemos pensar que un nivel adecuado de I+D da lugar a nuevos productos y a una continuada reducción de costes de producción, los cuales generan más beneficios y la consiguiente reinversión. Se ha generado un círculo "virtuoso " que mantiene la empresa competitiva.

Pero, ¿es tan sencillo este mecanismo? ¿Realmente los gastos en I+D se traducen automáticamente en un aumento de rentabilidad? Las empresas están cada vez más preocupadas. Durante los años setenta y ochenta los costes de I+D han crecido exponencialmente en muchos países, y la I+D se ha convertido en un monstruo ingobernable. A la vez han aumentado la velocidad del cambio tecnológico, la complejidad de las nuevas innovaciones y el tiempo necesario para desarrollarlas. El año 1970, el desarrollo de un nuevo medicamento duraba una media de 6 años; quince años más tarde se había pasado a 12, a causa, sobre todo, de exigencias crecientes en materia de seguridad. Esto se da también en otros ámbitos, como el aeroespacial o la biotecnología. A causa de este aumento del tiempo necesario para el desarrollo, la vida útil de una patente en la industria farmacéutica se ha reducido desde los 20 años teóricos hasta sólo 8 años efectivos. En la industria electrónica, el período entre dos generaciones sucesivas de productos en la área de los semiconductores -paso de la memoria de 4 megabits a la de 16 megabits -disminuyó de 4 a 3 años, mientras que los gastos de I+D se doblaron. Estas tendencias obligan a las empresas a intentar recuperar los costes de I+D en poco tiempo, mediante un lanzamiento de sus productos a escala mundial.

Las decisiones sobre I+D son más determinantes que nunca para el éxito y la supervivencia. No olvidemos que la asignación de recursos a la I+D hace disminuir la rentabilidad inmediata. Pero tampoco podemos ignorar que, de repente, una industria puede quedarse fuera de juego -anticuada- por la aparición de una nueva tecnología. William Matthews, profesor del Institute for Management Development de Lausana, afirma que las "empresas pueden quebrar si gastan demasiado en I+D, pero pueden desaparecer también si gastan demasiado poco". Es difícil encontrar el punto justo de equilibrio. Graham Morbey ha hecho diversos estudios intentando responder las cuestiones anteriores, utilizando datos estadísticos de un gran número de empresas americanas. Como indicadores de I+D ha usado:

- los gastos de I+D
- los gastos de I+D por trabajador
- los gastos de I+D respecto a las ventas ("intensidad de I+D")

Y como indicadores de los resultados:

- los márgenes de beneficio (beneficios divididos por ventas)
- los beneficios sobre los activos
- las ventas por trabajador (productividad)
- la tasa de crecimiento de los beneficios (aumento de los beneficios respecto del año anterior)

Algunos de los indicadores anteriores están ligados por la relación:

$$\frac{I+D}{\text{Trabajador}} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Trabajador}} \times \frac{I+D}{\text{Ventas}}$$

(Productividad) (Intensidad de I+D)

Las conclusiones de estos estudios han sido las siguientes:

- 1) No existe relación directa entre los gastos de I+D y las ventas (intensidad de I+D) y el consiguiente crecimiento de los beneficios, los márgenes de beneficio o las ventas por trabajador. Probablemente, pues, el aumento de la rentabilidad responde a otras causas.
- 2) No se observa correlación entre los beneficios sobre los activos y cualquier medida de los gastos en I+D.
- 3) Tampoco se detecta que un crecimiento de los beneficios comporte un aumento de las cantidades destinadas a gastos en I+D.
- 4) Existe, en cambio, una clara relación entre la intensidad de I+D y el consiguiente crecimiento de las ventas. Por tanto, parece que si la intensidad de I+D es más grande que la de los competidores, se derivará un crecimiento de las ventas más rápido.
- 5) También se detecta una muy fuerte correlación entre los gastos de I+D y los gastos de I+D por trabajador y los consiguientes márgenes de beneficio y ventas por trabajador (productividad). Los márgenes de beneficio están estrechamente asociados, pues, con el I+D por trabajador, pero no de una forma significativa con la intensidad de I+D.
- 6) Los márgenes de beneficio están influidos, sobretudo, por la productividad de la compañía, y son modificados solamente por la intensidad de I+D.

Los directores pueden incrementar las ventas a partir de proyectos de I+D exitosos. Pero para asegurar y/o aumentar la rentabilidad de estas ventas han de mantener altos niveles de productividad en todas las secciones de la empresa. Los resultados anteriores nos hacen ver que la I+D no tiene el éxito asegurado; invertir en I+D significa asignar recursos para obtener unos resultados no plenamente apropiados, asumir un elevado riesgo de fracaso técnico y comercial, y un largo período de maduración de la inversión,

1.4 Gestión de la innovación y gestión de la tecnología (*technology management*)

Hace unos veinticinco años, la *gestión de la investigación y el desarrollo* (I+D) empezó a despertar atención. Se trataba de mejorar la utilización de unos recursos -humanos, materiales- para producir conocimientos. La selección, dirección y control de los proyectos de I+D o la motivación del personal de los laboratorios fueron algunos temas donde se hicieron grandes progresos. Sin embargo, años

después, las empresas constataron que no tenían bastante en resolver los problemas de I+D, sino que lo que era realmente prioritario era innovar, es decir, convertir estos conocimientos en nuevos productos o nuevos procesos que aumentasen su rentabilidad; se trataba "no tanto de hacerse sabios como de hacerse ricos". Si los resultados de la investigación no se transforman en nuevos productos, no existen innovaciones ni beneficios empresariales.

Nacía así la *gestión de la innovación*, que incluye la gestión de la I+D pero añadiéndole otros aspectos como el lanzamiento de los nuevos productos o el estudio de las razones de su éxito o fracaso, que no figuren normalmente en el área de la gestión de la I+D.

Aproximadamente hacia la misma época, a finales de los setenta o principios de los ochenta, es decir, hace solamente unos 12-15 años, se empezó a hablar también de la *gestión de la tecnología* y su inclusión en la estrategia de la empresa. Evidentemente, la gestión de la tecnología, que intenta *mantener y mejorar la posición competitiva* de la empresa mediante la utilización de la tecnología (Dankbaar, 1993), presenta muchos puntos de contacto con la gestión de la innovación, y a menudo ambas expresiones se utilizan indistintamente, ya que sus fronteras no están perfectamente delimitadas. Muchas veces se habla también de la *gestión de la innovación y la tecnología*, intentando reunir bajo una sola denominación todos los temas referentes a la optimización del uso de la tecnología en la empresa.

Según Dankbaar (1993), la gestión de la tecnología comprende todas las actividades de gestión referentes a la identificación y obtención de tecnologías, la investigación, el desarrollo y la adaptación de las nuevas tecnologías en la empresa, y también la explotación de las tecnologías para la producción de bienes y servicios. La gestión de la tecnología incluye las tecnologías de producto y de proceso, pero también las tecnologías utilizadas en las funciones de dirección.

Incluye, como se ha dicho, la gestión de la I+D, pero es importante incluso en ausencia de I+D interna. Se ocupa también de la función de vigilancia tecnológica, que tiene por objeto la detección de las nuevas tecnologías que serán relevantes en el futuro.

Años atrás, Morin (1985) había intentado acotar las funciones que se incluyen en la gestión de la tecnología de la forma siguiente:

Inventariar: Identificar las tecnologías que se dominan

Vigilar: Seguir la evolución de las nuevas tecnologías. Vigilar las tecnologías de los competidores

Evaluar: Determinar el potencial tecnológico propio. Estudiar posibles estrategias

Enriquecer: Planificar los proyectos de investigación. Comprar tecnologías. Formar alianzas

Optimizar: Usar los recursos de la mejor forma posible

Proteger: Defender la propiedad industrial con patentes, marcas, etc.

Cuadro 1.2 Un ejemplo de mejora continua o *kaizen*: el *water*

Kaizen es una palabra japonesa que significa "mejora continua que involucra todos los miembros de la empresa". Para muchos, el *kaizen* es la llave del éxito competitivo japonés (Imai, 1992). La evolución del W.C. es un buen ejemplo de mejora continua:

Water o W.C. es el término más usado para denominar lo que los diccionarios llaman retrete o excusado. Consultado el diccionario sobre la palabra retrete, nos dice: "cuarto acondicionado para satisfacer determinadas necesidades corporales". Pues bien, parece que en el Japón se han tomado más seriamente que en el Occidente esta definición y han ido adaptando sucesivamente el cuarto a las necesidades corporales. Han aplicado la filosofía de la mejora continua.

La evolución

1. El punto de partida es el *water* convencional, al estilo que estamos acostumbrados en Occidente. Era un mercado con una ventas muy estancadas. Un estudio de mercado reveló que el usuario quería una serie de prestaciones que este tipo de *water* no proporcionaba, y se produjo la primera mejora.
2. Una de las carencias más importantes, especialmente en las frías noches del invierno, era la temperatura. Todos sabemos cuán desagradable es el contacto de las partes nobles de nuestro cuerpo con la fría tapa del *water*... Los industriales japoneses resolvieron el problema instalando un sistema de **calefacción** incorporado al mismo retrete. Las ventas crecieron notablemente.

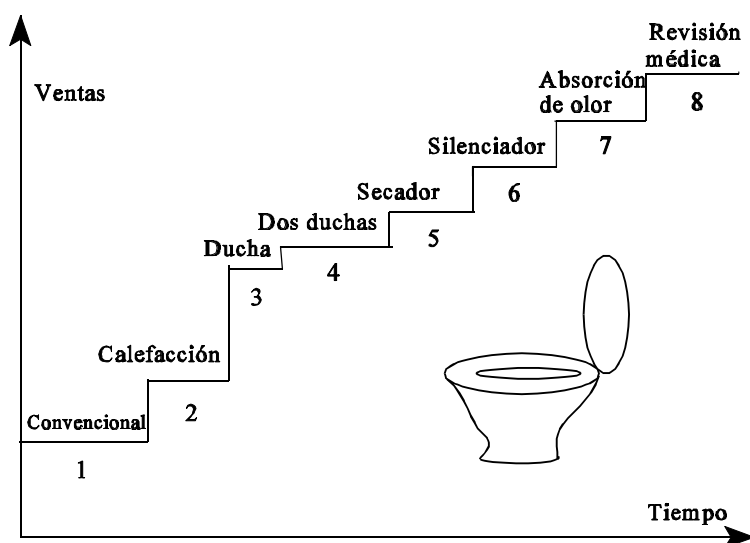


Fig. 1.10 La mejora continua del *water*

Cuadro 1.2 Un ejemplo de mejora continua o *kaizen*: el *water* (continuación)

3. La segunda mejora consistió en una **ducha**. Mucha gente utiliza el bidé como un complemento de la limpieza, después del papel higiénico. En los *waters* japoneses se instalaron unos chorritos orientados adecuadamente que prestaban este higiénico servicio. Las ventas crecieron espectacularmente.
4. Pero en los seres humanos se da la circunstancia de que el cuerpo de la mujer y el del hombre presentan unas curiosas diferencias, especialmente en la zona bañada por la ducha que se había incorporado. Nació así la cuarta mejora: el *water* con **dos duchas**, una para las mujeres y otra para los hombres.
5. La mejora siguiente fue una consecuencia lógica de las anteriores: la incorporación de un **secador**. Las ventas continuaron subiendo.
6. Uno de los mayores problemas de cualquier casa, y en particular en los edificios modernos, con paredes cada vez más delgadas es el ruido. ¿A quién no le ha despertado más de una vez de madrugada la "música" procedente del piso del vecino después de que éste tire de la cadena de su baño? Los técnicos japoneses lo solucionaron incorporando un **silenciador**.
7. No hay que comentar excesivamente las ventajas de la mejora siguiente: un dispositivo de **absorción de olor** desde el interior del *water*.
8. La mejora siguiente se está poniendo en marcha actualmente. Consiste en aprovechar la estancia en el cuarto para hacerse una **revisión de la salud**: medida del peso, de la presión, etc.

Coste

Si todas estas mejoras hubiesen comportado un aumento de los costes, seguramente no habrían tenido la aceptación que tuvieron. En el Japón se puede comprar un *water* con las ocho mejoras incorporadas pagando solamente un 20% más que por uno convencional.

Fuente: Conferencia del profesor Yamashina, de la Universidad de Kyoto, sobre Calidad y Productividad, patrocinada por la Generalitat de Catalunya, 1992

1.4.1 Los retos de la gestión de la tecnología

Se constata en todas partes que la competencia es cada vez más intensa y que cada vez se basa más en la rápida utilización de la tecnología. La empresa ya no puede confiar ciegamente en que su laboratorio será capaz de obtener una invención que le permita sobrevivir. La tecnología debe encajar dentro de la estrategia global de la empresa. Siguiendo la terminología inglesa existen dos maneras de llegar a configurar y delimitar la noción de gestión de la tecnología: la visión *bottom up* y la visión *top down*.

En un proceso *de abajo arriba (bottom-up)*, el deseo de mejorar la eficacia hace que se integren diversos métodos y tecnologías que antes se utilizaban por separado: control de calidad, JIT (*just in time*), EDI (*electronic data interchange*), CAD-CAM, sistemas de información,... Esta integración requiere una orientación estratégica común y, en consecuencia, una gestión conjunta.

En un proceso *de arriba abajo (top-down)*, se observa la necesidad de unir más estrechamente el esfuerzo de I+D con las necesidades a largo plazo de la empresa. *La estrategia tecnológica* ha de estar de acuerdo con la estrategia global de la empresa (ver Escorsa y Valls, 1992). Según el concepto de tecnología esencial (*core technology*) (Giget, 1984, o Hamel y Prahalad, 1990) -que será examinado con más detalle más adelante- las empresas deberían explorar y explotar todas las aplicaciones posibles de estas tecnologías esenciales, incluso si esto significa penetrar en mercados muy distintos. Pero la concentración de la investigación en un número limitado de tecnologías y negocios esenciales aumenta la necesidad de cooperación con otras empresas o instituciones en lo que respecta a otras tecnologías no esenciales, es decir, la necesidad de *alianzas estratégicas*. Por otra parte, la empresa debe buscar un compromiso entre una investigación estratégica a largo plazo y la investigación aplicada orientada hacia el mercado, a corto plazo. Todo esto conduce a la *ingeniería simultánea* y a los *equipos multidisciplinarios* que participan en un mismo proyecto, para que la I+D se adapte mejor a los requerimientos de la producción y del mercado.

En la gestión de la tecnología estos dos caminos se juntan; *las visiones de la investigación a largo plazo confluyen con las mejoras continuas a corto plazo en los productos y los procesos*. Incluye las necesidades actuales y las necesidades futuras de la empresa. Está de acuerdo con la estrategia a largo plazo pero no olvida la aplicación de las tecnologías disponibles a corto plazo. Se ocupa tanto de la evolución de las tecnologías esenciales dentro y fuera de la empresa como de las tecnologías secundarias. A continuación se exponen algunos criterios fundamentales (Dankbaar, 1993):

La gestión de la tecnología es necesaria, tanto en las empresas usuarias de tecnología como en las generadoras de tecnología, y tanto en las pequeñas como en las grandes. Las empresas usuarias de tecnología son aquellas que absorben la tecnología que les proporcionan los proveedores de maquinaria, ya que no suelen realizar I+D interna. Las generadoras de tecnología realizan I+D y desarrollan internamente parte de la tecnología que necesitan. Los resultados a largo plazo de las empresas usuarias de tecnología dependen de la rapidez en la detección y la asimilación de las nuevas tecnologías relevantes disponibles externamente. Aunque también las empresas generadoras de tecnología necesitan recurrir a la utilización de tecnologías originadas en el exterior.

La gestión de la tecnología se refiere tanto a las tecnologías esenciales (core technologies) como a las procedentes de fuentes externas. La posición competitiva de la empresa se fundamenta en las tecnologías esenciales, incorporadas en sus productos y/o procesos, mientras que las tecnologías procedentes del exterior pueden ser también muy importantes, aunque no sean controladas por la empresa. A veces, innovaciones radicales en campos totalmente alejados de los propios de la empresa pueden crear oportunidades para nuevos competidores, tal como sucedió con el uso de la microelectrónica y los plásticos en la fabricación de relojes, que favoreció la irrupción de nuevos fabricantes que casi eliminaron a los fabricantes de relojes mecánicos (ver el caso Swatch en el cuadro 1.1).

Las empresas con actividades de investigación propias tienen usualmente más capacidad para reconocer y adoptar nuevas tecnologías en su área de negocios que aquellas del mismo sector sin investigación propia. Sin embargo, la I+D propia puede estar concentrada en las tecnologías de la empresa y desconocer los desarrollos exteriores que pueden ser importantes para la competitividad.

La gestión de la tecnología debería evitar esta negligencia mediante el establecimiento de un dispositivo de alerta o *vigilancia tecnológica*. En otros casos lo que se necesita, más que investigación, es la creación de *know-how* y experiencia en la producción, cosa que también es de la incumbencia de la gestión de la tecnología.

La gestión de la tecnología se ocupa tanto de las tecnologías de producto/proceso como de las que realizan funciones auxiliares. Después de la revolución de las tecnologías de la información y las comunicaciones, la ventaja competitiva no depende solamente del dominio de las tecnologías esenciales sino también del uso correcto de las tecnologías de la información en apoyo de funciones tales como la logística, la administración o las finanzas.

Tabla 1.4 Las áreas de actuación de la gestión de la tecnología

<i>Análisis e inventario de la capacidad tecnológica</i>	<i>Identificación y catalogación de las tecnologías que domina la empresa</i> <i>Descripción y análisis de la capacidad tecnológica de la empresa respecto a sus competidores (benchmarking)</i>
<i>Evaluación y planificación</i>	<i>Elaboración de una "visión" de las necesidades tecnológicas a largo plazo de acuerdo con la estrategia global</i> <i>Elaboración de la estrategia tecnológica que se plasmará en un plan tecnológico</i>
<i>Optimización del uso de la tecnología</i>	<i>Utilización o venta de las tecnologías no usadas hasta ahora. Seguimiento y evaluación de la investigación interna, asegurando enlaces efectivos entre la I+D y las finanzas, la estrategia, la producción y el marketing</i> <i>Adopción de una organización eficaz para el desarrollo y la utilización de las nuevas tecnologías</i>
<i>Mejora de la capacidad tecnológica</i>	<i>Estudio de las decisiones sobre efectuar investigación propia, subcontratar investigación fuera o obtener licencias de patentes (make-or-buy decisions) para dominar tecnologías específicas. Establecimiento de alianzas con proveedores o clientes, o con competidores en programas de investigación precompetitivos</i> <i>Mejora de la capacidad interna de asimilación de las nuevas tecnologías a través de cursos de formación, adquisición de hardware y software, análisis de los productos de los competidores (reverse engineering), I+D interna, contratación de personal experto...</i>
<i>Protección</i>	<i>De los derechos de propiedad industrial e intelectual</i>
<i>Vigilancia tecnológica</i>	<i>Del entorno tecnológico</i> <i>De las normativas de estandarización</i>

La gestión de la tecnología trata también de los requerimientos de las normativas técnicas, nacionales e internacionales. La necesidad de cumplir normas específicas-en medio ambiente, sanidad o seguridad- puede

obligar las empresas a invertir en nuevas capacidades técnicas. Con frecuencia las normas imponen requerimientos que habrán de cumplir en el futuro y obligan a esfuerzos tecnológicos considerables.

La gestión de la tecnología incluye, pues, *tres clases de tecnología*: la tecnología de producto, la tecnología de proceso y las tecnologías utilizadas en funciones auxiliares. Normalmente, el progreso en estas tecnologías tiene lugar en departamentos distintos: la tecnología de producto en el departamento de I+D, la tecnología de proceso en el de ingeniería y las tecnologías para las funciones auxiliares en el centro de cálculo. La informática y las telecomunicaciones, extendidas por toda la empresa, hacen cambiar la organización. La estructura jerárquica es sustituida por estructuras descentralizadas en negocios, unidades y equipos semiautónomos de carácter multidisciplinario (*reingeniería*). La tecnología está en todas partes. La competitividad de la empresa dependerá, en buena parte, de su habilidad en combinar e integrar estas tecnologías.

La complejidad de la integración de estos negocios y tecnologías sobrepasa, a veces, la capacidad de la empresa. Ésta se ve forzada a limitarse a su negocio esencial y a subcontratar muchas funciones, pasando a funcionar como una *empresa en red*. Cada empresa se convierte, pues, en un punto de reunión de un cierto número de desarrollos tecnológicos que hay que seleccionar y mejorar. Todas estas cuestiones pertenecen a la gestión de la tecnología.

1.4.2 Áreas de actuación

Aunque siempre han existido ingenieros y técnicos, la gestión de la tecnología es una función relativamente nueva, que juega un papel coordinador e integrador entre diversas funciones directivas ya existentes: estrategia empresarial, gestión de la I+D, dirección de la producción, formación, control y *marketing*. Su función básica consiste en promover y controlar el cambio tecnológico dentro de la empresa y relacionar la empresa con su entorno.

Tabla 1.5 Sistematización de la innovación: fases en el proceso innovador

-
1. *Generar ideas*
 2. *Seleccionar las ideas y convertir las ideas seleccionadas en proyectos.*
 3. *Asignar recursos humanos y materiales a los proyectos seleccionados.*
 4. *Impulsar y apoyar el avance de los proyectos, a través de las distintas etapas (investigación, desarrollo, diseño, fabricación y comercialización) hasta llegar al mercado.*

Fuente: A partir de Arthur D. Little

El director técnico actual no puede limitarse a conocer las tecnologías que utiliza la empresa, como pasaba antes; ahora su ámbito es mucho más amplio. Más que un buen técnico especializado, el director técnico ha de ser un coordinador del desarrollo tecnológico de la empresa. La gestión de la

tecnología integra tareas que con frecuencia habían sido efectuadas por separado. A partir de las seis funciones de Morin, antes mencionadas, se detectan también seis áreas de actuación (tabla 1.5)

1.4.3 La sistematización de la gestión de la tecnología y de la innovación

Podríamos pensar que la innovación es un proceso irregular, fruto de una idea feliz, en un momento de inspiración, y que, por tanto, es imposible sistematizarla. De hecho, muchas empresas la consideran así. Innovan de forma discontinua, cuando aparece un producto de la competencia, cuando se ha captado una idea en una feria... Pero las mejores empresas intentan sistematizarla, asegurándose un flujo bastante regular de innovaciones, aunque, evidentemente, no todas tendrán el mismo éxito, debido al riesgo y a la incertidumbre que siempre van asociados a la innovación. La tabla 1.5 muestra, de forma muy simplificada, las etapas que conducen a la innovación. Es necesario recopilar constantemente ideas de forma sistemática, seleccionarlas de acuerdo con unos criterios y convertirlas en proyectos dotados de recursos, que hay que hacer avanzar hasta que se conviertan en nuevos productos o procesos que se lancen al mercado.

Los trabajos de innovación son muy distintos de las tareas ordinarias de la empresa (el "día a día"), que presentan una cierta rutina o, por lo menos, un carácter repetitivo y programable. Por ello, es conveniente destinar a la innovación, es decir, a la preparación del mañana, recursos humanos y financieros específicos, distintos de los asignados en las operaciones habituales de hoy. Drucker advierte que "lo que es nuevo y especialmente lo que aún ha de nacer, es decir, la innovación futura, siempre aparece como una cosa insignificante si se compara con el gran volumen, los elevados ingresos y los múltiples problemas de la actividad en curso; no es posible, de forma simultánea, crear nuevos productos y continuar conservando los existentes".

2 Estrategia empresarial y estrategia tecnológica

Realmente, aunque las empresas utilicen constantemente las tecnologías, no están muy interesadas en ellas por sí mismas. Son tan sólo medios para alcanzar sus objetivos: vender y obtener beneficios. Por ello, no debe sorprendernos que los primeros desarrollos de la estrategia empresarial estuviesen inspirados por una lógica financiera y de *marketing*. En efecto, los directores técnicos tomaban sus decisiones a un nivel inferior, subordinado, y no participaban plenamente en la elaboración de la estrategia de la empresa. La tecnología y la estrategia empresarial eran compartimientos separados. Actualmente esto está cambiando y en una visión a largo plazo de la gestión de empresas la tecnología debe considerarse como un aspecto clave. Estudios recientes detectan una tendencia en este sentido; es una buena muestra al respecto el hecho de que en el Japón casi el 90% de los puestos de dirección de empresas estén ocupados por ingenieros que se dedican a trabajos de gestión.

2.1 Estrategia: el concepto y las matrices de posición

Si nos situamos en el campo de la gestión empresarial, el concepto de estrategia ocupa un lugar fundamental, especialmente en áreas funcionales tales como finanzas, ventas, producción o personal; en cambio, desde una perspectiva estratégica, el interés por la tecnología y la innovación es mucho más reciente.

En un sentido amplio, y con objeto de fijar una base histórica de partida, podemos afirmar que la estrategia se ocupa de objetivos a medio y largo plazo y, sobre todo, de las acciones adecuadas para lograr estos objetivos prefijados. En casi todas las definiciones de estrategia aparecen conceptos clave como objetivos, entorno, competencia, planes de acción, asignación de recurso,... Ader (1983) propone la siguiente definición: "La estrategia consiste en la elección, tras el análisis de la competencia y del entorno futuro, de las áreas donde actuará la empresa y la determinación de la intensidad y naturaleza de esta actuación".

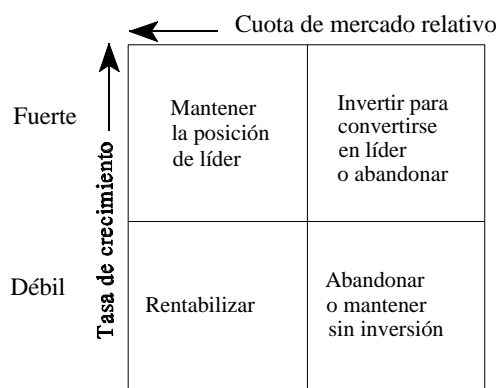
El concepto de estrategia empresarial introducido por Ansoff, un clásico en el tema, en 1965, estaba centrado desde el inicio y a lo largo de los años setenta en el examen de la pareja producto-mercado.

La esencia de la estrategia se encontraba en los productos que debían fabricarse y en los mercados a que iban destinados. Las decisiones eran financieras o de *marketing*. Las empresas dedicaban mucho tiempo a determinar los segmentos que debían ocuparse, los canales de distribución, las inversiones requeridas y los *cash-flow* esperados. La tecnología no recibía el mismo tratamiento a pesar de que las plantas, los equipos y los procesos exigían enormes inversiones.

Ansoff, en su visión de la estrategia empresarial, había establecido conceptos como por ejemplo perfil de competitividad, sinergia, puntos fuertes y débiles, oportunidades y amenazas etc. También estaban tipificadas las estrategias empresariales tales como: a) ser la primera del mercado, basada en un potente departamento de I+D, b) ser una empresa seguidora, con una rápida capacidad de reacción en imitar a la empresa líder, o c) ser eficiente en costes cuando se alcanzaban importantes economías de escala.

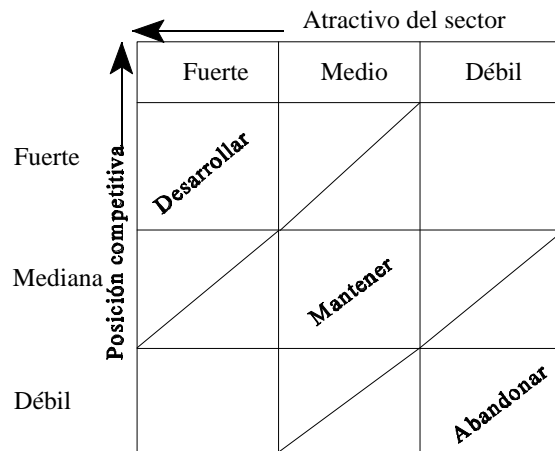
En este contexto, al principio de los años setenta la consultora Boston Consulting Group (BCG) presentó su matriz crecimiento-cuota de mercado para facilitar la gestión estratégica de empresas con una cartera de distintos productos o negocios, que rápidamente se hizo muy popular y fue profusamente utilizada (figura 2.1). Hacia la mitad de la década, la empresa consultora Mc Kinsey presentó una nueva matriz (figura 2.2), a instancias de la Compañía General Electric, con los ejes de coordenadas representando el atractivo del sector industrial y la posición competitiva de la empresa (Hax y Majluf, 1983). En 1981 otra consultora, Arthur D. Little (ADL), presentó su matriz madurez del sector industrial-posición competitiva de la empresa (figura 2.3).

Estas matrices parten de los mismos principios fundamentales y descomponen las actividades de la empresa en distintos negocios o productos significativos, que reciben el nombre de segmentos estratégicos (BCG), unidades de negocio estratégico (Mc Kinsey) o centros de estrategia (ADL). Una vez efectuada la descomposición anterior, los productos o grupos homogéneos de productos se sitúan en unas matrices similares; las coordenadas representan la situación del sector y la posición competitiva de la empresa.



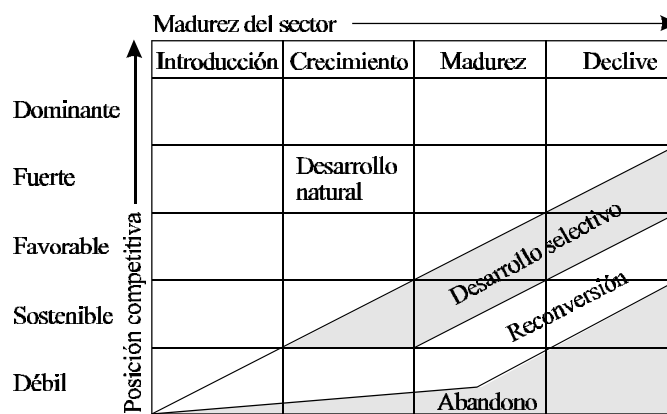
Fuente: Ader, 1983

Fig. 2.1 Representación matricial de la posición estratégica (Boston Consulting Group)



Fuente : Ader, 1983

Fig. 2.2 Representación matricial de la posición estratégica (McKinsey)



Fuente: Ader, 1983

Fig. 2.3 Representación matricial de la posición estratégica (Arthur D. Little)

En la matriz del BCG las coordenadas son el crecimiento del sector como indicador de la situación del sector, y la cuota de mercado, indicadora de la posición competitiva de la empresa. El enfoque de BCG admite un supuesto discutible al suponer que la empresa con más cuota de mercado tiene los costes más bajos a causa de una mayor experiencia.

En el caso de la matriz de McKinsey las coordenadas son el atractivo del sector, que incluye múltiples factores representativos del sector sobre los cuales la empresa no puede ejercer ningún control (capacidad del mercado, crecimiento del mercado, estructura competitiva, barreras de entrada, tecnología, rentabilidad mediana, disponibilidad de la mano de obra, regulaciones legales, etc.) y la posición competitiva de la empresa que resumen factores internos como la cuota de mercado, los costes, la calidad de la mano de obra, el *marketing*, servicio postventa, la investigación y el desarrollo, la producción, la distribución, los recursos financieros, la imagen, la calidad...

Finalmente, en la matriz de ADL la coordenada "madurez del sector industrial" se descompone en las mismas fases que el ciclo del producto: introducción, crecimiento, madurez y declive. La otra coordenada, posición competitiva de la empresa, es tratada de manera similar que en la matriz de McKinsey.

En forma de recapitulación, se puede afirmar que estas matrices pueden proporcionar indicaciones útiles sobre las estrategias adecuadas para cada producto o negocio, pero que no están exentas de carencias. La situación óptima consiste en tener productos en todas las etapas del ciclo de vida: productos maduros, generadores de *cash-flow*, y productos incipientes o en crecimiento, capaces de relevar a los anteriores. Hay que destacar que en ninguna de las matrices anteriores se trata la tecnología de manera específica, como tampoco lo hace un "clásico" en temas de estrategia publicado en los inicios de los años ochenta: el texto de Michael Porter *Estrategia competitiva*. Porter defiende que sólo tres estrategias genéricas pueden llevar al éxito:

- a) el liderazgo en costes, que requiere grandes instalaciones para fabricar enormes series de manera eficiente,
- b) la diferenciación, que exige crear productos que sean percibido como únicos en el mercado,
- c) la alta segmentación, es decir, la especialización en un grupo de compradores en particular, ya sea en un segmento de la línea de productos o en un mercado geográfico. A la vez, esta segmentación puede darse teniendo los costes más bajos-liderazgo en costes-o bien por diferenciación de los productos.

Unos años más tarde Porter introdujo el concepto de cadena de valor (*value chain*), que ayuda a confeccionar mejor la estrategia empresarial.

No obstante, a comienzos de los años 90 comenzó a percibirse un sentimiento generalizado de insatisfacción respecto al paradigma estratégico existente. Se tiene la sensación de que los conceptos y herramientas de análisis utilizados hasta ahora no son de gran utilidad en un nuevo entorno competitivo cambiante, caracterizado por fenómenos como la liberalización creciente, la fragmentación de los sectores, la globalización, las preocupaciones medioambientales, la personalización de los productos, las discontinuidades tecnológicas o el surgimiento de bloques de comercio. Algunos autores prestigiosos, como Henry Mintzberg, cuestionan el proceso de planificación e implícitamente el de desarrollo de estrategias. Parece como si fuera más importante la adaptación con rapidez a las exigencias de un entorno cambiante que contar con mejores planteamientos estratégicos. Tal vez en el futuro la estrategia deberá incorporar ideas procedentes de otros ámbitos, como las teorías de los juegos, la teoría del caos o las teorías relacionadas con la guerra y la diplomacia (Prahalad y Hamel, 1996).

2.2 La tecnología como variable estratégica.

Durante la década de los ochenta se fue poniendo de manifiesto la importancia de la tecnología para la supervivencia y el éxito empresarial, ya que condiciona la calidad y el coste de sus productos y determina su competitividad (presente y futura), las cuotas de mercado y los resultados financieros.

Hace más de dos décadas, la investigación y el desarrollo empezaron a recibir la atención de los estudiosos del crecimiento económico, pero la gestión de la tecnología y su inclusión en la estrategia de la empresa es un hecho mucho más reciente, que puede situarse hacia el final de los años setenta o el comienzo de los ochenta, es decir, hace solamente unos quince años. Por esta época aparecieron los trabajos de Edward Roberts, Alan Kantrow y la consultora Arthur D. Little, que destacaban la importancia de la tecnología y la necesidad de tenerla en cuenta en la estrategia empresarial. Un punto de partida importante lo constituyeron los trabajos de Edward Roberts, del Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.), que había propuesto el análisis y la evaluación de la competitividad de cada una de las tecnologías de la empresa. Roberts había introducido al mismo tiempo el concepto de elasticidad de demanda tecnológica, es decir, la influencia sobre la demanda de un producto de la mejora de uno o varios de sus parámetros (coste, consumo, duración, fiabilidad,...)

Hoy en día estas ideas están plenamente aceptadas, y en muchas empresas la tecnología se gestiona al más alto nivel, como una variable estratégica principal. ¿Por qué se ha producido este cambio? Sin duda debido al reconocimiento de que, en muchos casos, la tecnología ha sido la clave del éxito y una arma poderosa para ganar y mantener una ventaja competitiva. La estrategia tecnológica, es decir, la utilización de la tecnología para obtener una ventaja sostenible sobre los competidores, no puede quedar aparcada en los niveles inferiores de decisión sino que debe integrarse en la estrategia global.

2.2.1 La elaboración de la estrategia tecnológica

En este sentido, durante los últimos quince años se ha progresado mucho en la elaboración del marco conceptual de la estrategia tecnológica. Se está llegando a una metodología integrada que facilita la elaboración. No obstante, la estrategia ha de ser siempre original, y, por tanto, nunca podrá ser el resultado de la aplicación de unas recetas determinadas.

De las experiencias empresariales y de la reflexión académica podemos extraer ideas tales como: a) la importancia del uso de unas herramientas que servirán para guiar la reflexión, suscitar ideas y promover la discusión en las etapas previas, y b) la necesidad de que la estrategia tecnológica se elabore juntamente con la estrategia global, mediante un proceso iterativo que se dirige a la formulación simultánea de las dos. Finalmente, la conveniencia de plasmar la estrategia tecnológica en un Plan de Desarrollo Tecnológico que muestre con claridad las opciones efectuadas.

Las opciones efectuadas por la empresa y materializadas en el plan estratégico son fruto de la reflexión previa a partir de las respuestas a preguntas tales como:

- ¿Cómo evoluciona el entorno?

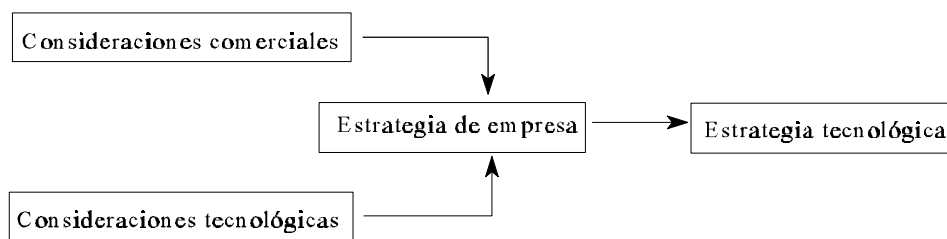
- ¿En qué negocio hemos de competir en el futuro?
- ¿En qué sectores/negocios se presentan oportunidades de éxito comercial?
- ¿En qué estado se encuentran nuestras tecnologías? Están cerca de sus límites físicos?
- ¿Qué alternativas se prevén?
 - ¿Qué nuevas tecnologías pueden tener impacto en nuestra cadena de valor, aumentando nuestra rentabilidad?
 - ¿Qué estrategia adoptan nuestros competidores? ¿Qué tecnologías están desarrollando?
 - ¿Cómo se relaciona nuestra estrategia tecnológica con la estrategia global de la empresa?
 - ¿Cuáles son nuestros puntos fuertes y débiles?

Observemos que las preguntas anteriores pueden clasificarse en dos grandes grupos: por un lado, las propiamente relacionadas con la tecnología (estado de las tecnologías, aparición de tecnologías emergentes...) y, por otro, las referentes a la marcha general de la empresa (oportunidades de nuevos negocios, estrategias de los competidores,...).

La figura 2.4 ilustra el proceso descrito elaborado por Matthews (1990) y evidencia la estrecha interrelación a que nos hemos referido a lo largo de este capítulo. Las "consideraciones tecnológicas" implican el uso de las herramientas descritas en el apartado anterior. La discusión con los responsables de las otras áreas de la empresa hará emerger la estrategia corporativa de la que se derivará la estrategia tecnológica, que se traducirá en el plan tecnológico. Se comprende que resulte indispensable la participación de los responsables de los distintos departamentos en este proceso iterativo. La figura 2.5 completa el esquema de la figura anterior añadiendo algunos pasos intermedios.

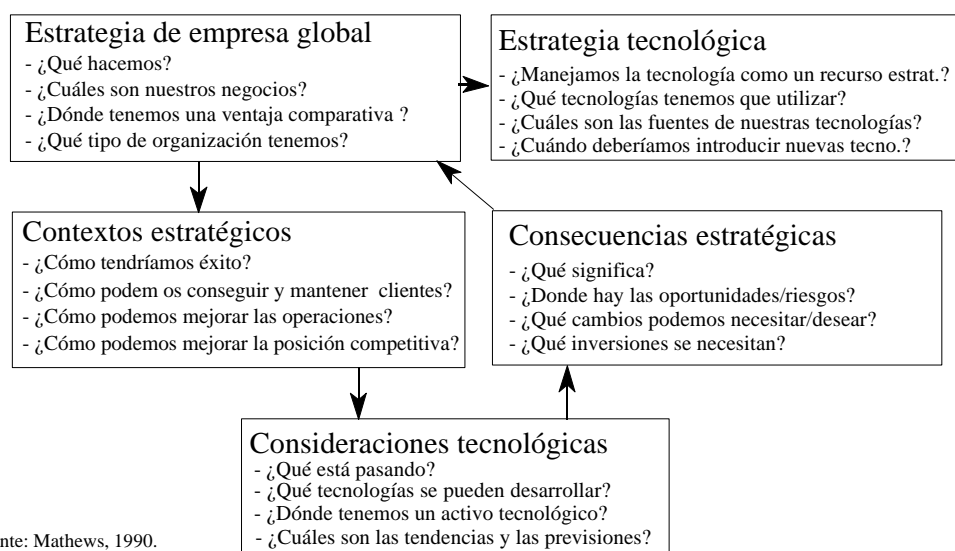
En este contexto de reconocimiento creciente del papel de la tecnología en la estrategia hay que mencionar también el punto de vista de Porter, quien en su libro de 1985, *Competitive Advantage*, a pesar de que centra su análisis en el concepto de cadena de valor, recomienda al final una serie de pasos para llevar a cabo la estrategia tecnológica.

El concepto de cadena de valor analiza las distintas actividades de la empresa como diseño, *marketing*, desarrollo tecnológico, gestión de los recursos humanos,... con la finalidad de descubrir dónde y cómo se pueden obtener las ventajas competitivas. En el desarrollo de Porter está presente la importancia de la tecnología. Al principio reconoce que la tecnología se encuentra incorporada en todos los escalones en la cadena de valor y juega un papel muy poderoso en determinar la ventaja competitiva, tanto en costes como en diferenciación. Más adelante, afirma que la estrategia tecnológica es un ingrediente esencial de la estrategia competitiva global y que esta estrategia variará en función de la estrategia genérica que se esté persiguiendo: liderazgo en costes, diferenciación o segmentación. Los programas de I+D deberán estar en consonancia con la estrategia genérica.



Fuente: Mathews, 1990.

Fig.2.4 El proceso de elaboración de la estrategia tecnológica



Fuente: Mathews, 1990.

Fig.2.5 El proceso iterativo de elaboración de las estrategias corporativa y tecnológica

Porter dedica un capítulo entero a la tecnología, que trata de cómo la empresa debe desarrollar las ventajas de ser la primera o ser seguidora, o cómo obtener o conceder licencias. Porter recomienda examinar de manera sistemática todas las tecnologías de la empresa que posibiliten una reducción de costes o favorezcan las diferenciaciones, y concentrarse en ellas. La influencia de las ideas de ADL es innegable. Los pasos finales que recomienda para poder formular la estrategia tecnológica son:

- a) Identificar las tecnologías que intervienen en las actividades de la empresa (*value chain*).
- b) Identificar las tecnologías relevantes en otras industrias potenciales o centros de investigación.
- c) Determinar la evolución probable de las tecnologías claves.
- d) Determinar las tecnologías y los cambios tecnológicos potenciales que afecten a la ventaja competitiva y la estructura del sector.
- e) Valorar la capacidad de las empresas en las tecnologías importantes y desarrollar mejoras.
- f) Seleccionar una estrategia tecnológica en consonancia con la estrategia competitiva global de la empresa. Los distintos proyectos de I+D no deben aprobarse si no tienen un efecto sobre los costes o la diferenciación.

2.3 Herramientas para la reflexión estratégica

Tal como se ha visto anteriormente en este capítulo, en el diseño de la estrategia global de una empresa se utilizan a menudo conceptos, clasificaciones o matrices a manera de herramientas. Podemos mencionar las ya conocidas matrices del Boston Consulting Group (BCG) o de McKinsey, las estrategias genéricas de Porter o el concepto de cadena de valor. Estas herramientas o instrumentos suelen ser útiles ya que obligan a reflexionar, a analizar situaciones, a evaluar oportunidades y a sugerir alternativas, cosa que favorece la toma de decisiones acertadas.

Algo parecido ocurre en la elaboración de la estrategia tecnológica. Poco a poco han ido apareciendo buenas herramientas de análisis que pueden utilizarse con provecho. Examinamos a continuación algunas de estas herramientas. La información que proporciona la moderna Vigilancia Tecnológica es de gran valor en la elaboración de la estrategia tecnológica, pero no se examina aquí ya que será descrita con detalle en el capítulo siguiente.

2.3.1 La matriz "tecnologías-productos"

Jacques Morin, de la consultora Eurostart y profesor de la Escuela de Comercio de Marsella, otorga gran importancia al inventario del patrimonio tecnológico de la empresa. Como paso previo a la reflexión estratégica recomienda confeccionar una lista de las tecnologías que domina la empresa. No se trata de una tarea banal, que pueda efectuarse a la ligera, sino que requiere una atención especial ya que servirá de base para diagnosticar la situación y elaborar la estrategia con los programas de acción correspondientes.

Al hacer el inventario es importante relacionar, sobre todo, las tecnologías claves, incipientes y emergentes que conoce la empresa, según la conocida clasificación efectuada por la consultora Arthur D. Little:

- Las tecnologías *clave* son las que permiten a la empresa que las domina diferenciarse de las otras por su mayor calidad, prestaciones superiores, costes más bajos etc. Son, por tanto, las que tienen un impacto más grande sobre la competitividad del producto.
- Las tecnologías *básicas* son bien conocidas por todos los competidores del sector ya que sin ellas la fabricación no es posible. No ofrecen, por tanto, ninguna ventaja competitiva, a diferencia de lo que pasaba en las tecnologías claves. Probablemente, con el paso del tiempo, las tecnologías claves se convertirán en básicas.
- Las tecnologías *incipientes* se encuentran todavía en una etapa inicial de su desarrollo pero han demostrado su potencial para cambiar las bases de la competición. Algunas de las tecnologías incipientes de hoy se convertirán en las tecnologías claves de mañana.
- Las tecnologías *emergentes* se encuentran también en la etapa inicial pero su impacto potencial es desconocido, aunque se observan algunos indicios prometedores.

La empresa debe concentrar sus esfuerzos de I+D en sus tecnologías claves y, al mismo tiempo, seguir de cerca la evolución de las tecnologías incipientes y emergentes. Conviene comprometerse al menos en una tecnología incipiente y evitar invertir en las emergentes, todavía demasiado inciertas. En cambio, hay que renunciar a la inversión de grandes sumas de dinero en la mejora de las básicas, ya que esto no producirá ninguna ventaja competitiva adicional. La figura 2.6 muestra una matriz tecnologías-productos típica que permite apreciar rápidamente las tecnologías que intervienen en diversos productos a la vez o aquellos productos que requieren tecnologías distintas.

Conviene tener en cuenta que determinadas tecnologías pueden ser claves para una empresa y no serlo para otra. Por otra parte, puede ser conveniente confeccionar el inventario teniendo en cuenta determinados criterios de selección (satisfacer las necesidades de los clientes, crecer con seguridad,...) que de hecho forman parte de la estrategia. Se produce entonces una interacción inventario-estrategia. No se puede hacer un inventario "en abstracto" sino que siempre se elabora en función de determinados problemas o situaciones.

2.3.2 La matriz ADL y las estrategias

Una vez efectuada la clasificación de tecnologías, la empresa debe determinar su posición tecnológica, que está determinada por su dominio de las tecnologías clave y las incipientes. La posición tecnológica puede ser:

- *Fuerte*. La empresa es líder tecnológico, muy conocida por su creatividad y por el potencial de su equipo humano. Acostumbra a ser la primera en introducir innovaciones. Los competidores la imitan con un cierto retraso.

- *Mediana*. Capaz de mantener la competitividad tecnológica. Tiene algún punto fuerte como, por ejemplo, ser líder tecnológico en algún espacio específico del sector.
- *Débil*. Incapaz de tener iniciativas tecnológicas propias. Va permanentemente detrás de sus competidores, intentando alcanzarlos sin resultado.

Las figuras 2.7 y 2.8, presentadas por Arthur Little, relacionan esta posición tecnológica con la posición competitiva de la empresa, que resume factores tales como la cuota de mercado, los costes, la calidad de la mano de obra, el marketing, el servicio postventa, la I+D, la producción, la distribución, los recursos financieros, la imagen, la calidad... La figura 2.7 corresponde a la etapa de madurez mientras que la 2.8 se refiere a las etapas de introducción o principio de la de crecimiento.

Pueden deducirse seis estrategias (Veciana, 1983):

Liderazgo tecnológico.

Requiere mantenerse en vanguardia, a través de innovaciones sucesivas en las tecnologías clave e incipientes del sector. El liderazgo tecnológico no implica necesariamente ser siempre el primero en efectuar innovaciones. En realidad suelen ser las primeras las empresas con estrategia de nicho tecnológico, ya que la única posibilidad de ganar un segmento del mercado consiste precisamente en ser las primeras en aparecer. Con frecuencia, los líderes tecnológicos adoptan una estrategia de "ser los segundos" (*fast second*).

Seguidor. Consiste en seguir de cerca el líder, evitando los riesgos de ser el primero y los costes de la investigación. Esta estrategia puede permitir alcanzar el liderazgo si la empresa es capaz de asignar más recursos económicos y humanos a la innovación o si el líder comete un error.

Tecnologías	Productos					
	A	B	C	D	E	F
1	T/P	T/P	T/P			
2				T/P		
3					T/P	
4						T/P
5					T/P	
6					T/P	

1. Separación de partículas
 2. Fibras metálicas
 3. Materiales moldeables
 4. Control del ruido
 5. Control de la estática
 6. Aislamiento energético
- A. Contaminación industrial
B. Filtros comerciales
C. Filtros médicos
D. Construcción
E. Recubrimientos paredes/suelos
F. Automóviles

Fuente: Pugh Roberts Associates

Fig. 2.6 Matriz tecnologías-productos

		Posición tecnológica		
		Fuerte	Mediana	Débil
Posición competitiva	Fuerte	Liderazgo tecnológico	Estrategia de seguidor	Adquisición de tecnología
	Mediana	Nicho tecnológico	?	Reconversión
	Débil	Joint-venture	Reconversión	Retirada

Fuente: Arthur D. Little, 1981

Fig.2.7 Estrategias para empresas en sectores al final de la etapa de crecimiento o en la etapa de madurez

		Fuerte	Mediana	Débil
Posición competitiva	Fuerte	Liderazgo tecnológico	Liderazgo tecnológico	Estrategia de seguidor
	Mediana	Liderazgo tecnológico	seguidor Nicho	Adquisición de tecnología
	Débil	Nicho	Joint-venture	Reconversión

Fuente: Arthur D. Little, 1981

Fig.2.8 Estrategias para empresas en sectores situados en la etapa de introducción o al principio de la de crecimiento

Adquisición de tecnología. Para empresas con fuerte posición competitiva pero débil base técnica. Se trata de comprar por los procedimientos habituales (licencias, adquisición de empresas, contratación de técnicos,...)

Nicho tecnológico. Consiste en especializarse en un número limitado de tecnologías claves e incipientes, en las cuales pueda conseguir una superioridad sobre los competidores. Ampliando el nicho de forma gradual se puede pasar a una estrategia de seguidor o, incluso, de líder.

Empresa mixta (*joint venture*). Apropia para empresas que han logrado un invento importante - posición tecnológica fuerte- y que no tienen los recursos necesarios para comercializarlo y convertirlo en una innovación exitosa.

Reconversión. Necesaria para empresas en posiciones débiles. Se recomienda la especialización en un cierto número de tecnologías críticas y abandonar las restantes.

La matriz ADL es útil pero exige para su aplicación un conocimiento a fondo de los aspectos tecnológicos de producción. La clasificación de las tecnologías de ADL pone de manifiesto la creciente importancia estratégica de la innovación tecnológica. La empresa ha de sistematizar sus fuentes de información (revistas técnicas, asistencia a ferias especializadas, utilización de bases de datos,...) para estar al día de las tecnologías incipientes y emergentes.

Tal como han observado Dussauge y Ramanantsoa (1986), existe algún punto débil en la matriz ADL: la posición competitiva de la empresa no es independiente de su posición tecnológica fuerte en el pasado.

2.3.3 El árbol tecnológico dual

Cuando en el desarrollo de un nuevo producto se intuye que existe más de una solución técnica (TV de alta definición, tratamiento de la diabetes,...), el reto consiste en acertar la elección de la "tecnología dominante de mañana". En estos casos puede ser de utilidad el análisis de los árboles tecnológicos duales. La dirección de la empresa puede encargar esta tarea a uno de sus técnicos más calificados o a un pequeño número de estos. Estos árboles sirven para que la empresa tenga una visión de conjunto de las diversas opciones tecnológicas. Se llaman duales porque en ellas figuran las tecnologías de producto y las de proceso.

En la figura 2.9 que muestra el árbol para el tratamiento de la diabetes, las ramas inclinadas representan los productos y los verticales las tecnologías de proceso. La tecnología dominante actual se representa en trazo grueso, mientras que las emergentes se indican en trazos discontinuos. En caso que el producto tenga distintas funciones y partes (TV), el árbol ha de mostrar las distintas funciones (imagen, color, sonido, control,...), componentes (subconjuntos, piezas,...), métodos de fabricación (soldadura,...) y sistemas auxiliares (CAD/CAM, control de calidad,...).

El árbol de la figura 2.9 está dibujado según el principio de las competencias relacionadas (*technical competence relatedness*): si las ramas están muy próximas significa que las competencias requeridas

son muy parecidas, y, por tanto, el cambio para pasar de una tecnología a la otra es muy fácil. Por el contrario, dos ramas separadas indican que no existe relación y que las competencias requeridas son muy distintas; por tanto, será muy difícil el salto de una tecnología a otra.

El cambio tecnológico comporta un salto de una rama a la otra. Si las ramas están muy separadas hay que retroceder mucho hasta conectarlas. Se ha producido entonces una "ruptura tecnológica". La distancia mide el grado de vulnerabilidad de la tecnología de una empresa ante una innovación potencial.

¿Cómo pueden las empresas protegerse de las rupturas tecnológicas? La solución consiste en tomar posiciones en las diversas tecnologías alternativas, incipientes o emergentes. Este posicionamiento se puede efectuar de distintas maneras: participación en el capital de pequeñas empresas, subcontratación de I+D... La empresa ha de contar con recursos humanos preparados, que sigan de cerca la evolución de las nuevas tecnologías y que le permitan concentrar rápidamente sus recursos en una de éstas cuando se empiece a detectar que será la ganadora en el futuro. Evidentemente, este posicionamiento tiene un coste que no está al alcance de las pequeñas y medianas empresas; es el precio que la gran empresa ha de pagar por su seguridad.

2.3.4 La matriz atractivo tecnológico-posición tecnológica

En el primer apartado de este capítulo nos hemos referido a la matriz de Mc.Kinsey, en la cual los ejes representaban "el atractivo del sector industrial" y la "posición competitiva de la empresa". A partir de esta matriz se ha desarrollado la matriz atractivo tecnológico-posición tecnológica, que se suele utilizar en paralelo con la anterior. Su análisis conjunto facilita la fijación de prioridades y la asignación de recursos.

Los problemas que plantea esta nueva matriz son del mismo tipo que los de su predecesora. Tanto el atractivo tecnológico como la posición tecnológica dependen de diversas variables a la vez, las cuales han de ser calificadas -generalmente de forma subjetiva- y ponderadas, para así poder situar cada tecnología en la matriz. Esto hace su elaboración bastante pesada (y discutible), pero no hay duda que se trata de un ejercicio interesante. Por otra parte, es necesario definir previamente la "unidad tecnológica" que queremos situar en la matriz, cosa no siempre fácil.

El concepto de atractivo tecnológico incluye muchas variables representativas de la tecnología sobre las cuales la empresa no puede ejercer ningún control. Se pueden mencionar las siguientes:

- El potencial para la generación de nuevos productos, crecimiento del mercado, reducción del coste, mejora de la calidad, adaptación a las disposiciones del gobierno... En definitiva, el potencial para aumentar los beneficios.
- El potencial para cambiar las posiciones competitivas.
- Los riesgos asociados.

Cuadro 2.1. El tratamiento de la diabetes

La insulina fue aislada por primera vez el año 1921, a partir del páncreas del perro, comprobándose sus efectos antidiabéticos. En 1923 la compañía americana Eli Lilly comercializó la primera insulina animal, extraída del páncreas del buey. En 1925, la empresa danesa Novo entró en el mismo mercado. Ambas firmas se desarrollaron paralelamente, liderando respectivamente los mercados de América y Europa, delante de otras empresas como Hoechst. En los años sesenta, las empresas mejoraron la calidad de la insulina animal incorporando un proceso de purificación por cromatografía (ver el árbol dual de la figura 2.9).

Pero a principios de los años ochenta se produjo una ruptura tecnológica (*breakthrough*). Eli Lilly, que había comprado una licencia a Genentech -una pequeña empresa norteamericana del Silicon Valley especializada en biotecnología-, anunció el lanzamiento de la insulina humana, obtenida mediante procesos de fermentación e ingeniería genética. En 1982, Eli Lilly empezó a comercializar este nuevo producto, denominado Humulin. Pero en el momento en que Eli Lilly hacía este anuncio, Novo consiguió también llegar a la insulina humana por un procedimiento totalmente distinto: la hemisíntesis, es decir, la transformación de la insulina de cerdo en insulina humana mediante una enzima de conversión.

El ganador de la batalla fue Eli Lilly. Al principio, el coste de producción del Humulin de Eli Lilly era un 10% inferior al de producto equivalente de Novo. Por definición, el coste de la insulina humana de Novo no podía ser nunca inferior al de la insulina animal, ya que partía de la misma. En cambio, el coste de la insulina de Eli Lilly bajó rápidamente, a lo largo de la curva de experiencia. En 1986 el coste del Humulin era igual al de la insulina animal purificada y notablemente inferior al de la insulina humana de Novo. La elección de Eli Lilly había sido mejor.

En 1986, fecha de la publicación del artículo, los esfuerzos de la investigación se concentraban en la obtención de pro-insulina, hormona producida por el páncreas, que podía ocasionar una nueva ruptura. Las dos empresas se preparaban para un nuevo combate. Para adquirir experiencia en biotecnología, Novo se alió con la americana Biogen. Sin embargo, el árbol muestra otras alternativas más revolucionarias, como la restauración de la producción de insulina por el mismo cuerpo humano. Para evitar sorpresas hay que tomar posiciones en estas tecnologías emergentes. Que gane el mejor.

Fuente: Durand y Gonard, 1986

Nota: Años después, la innovadora Genentech, que había desarrollado también la hormona del crecimiento, fue comprada por Hoffman-La Roche, gran empresa farmacéutica suiza que quería tomar posiciones en el campo de la biotecnología.

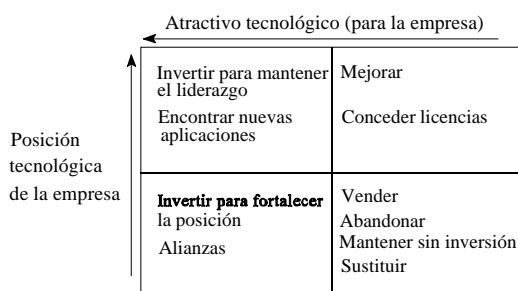


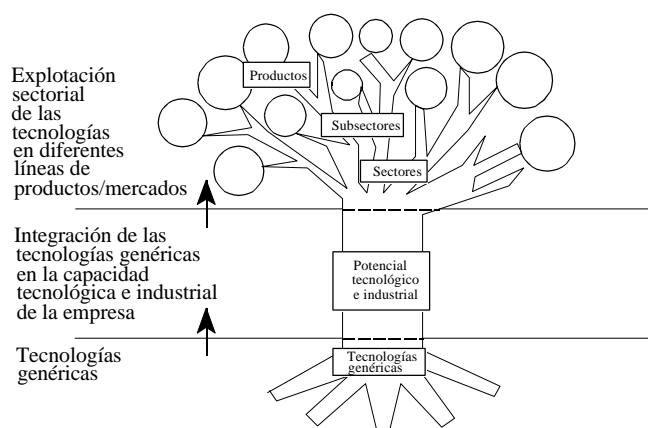
Fig. 2.10 Matriz atractivo tecnológico-posición tecnológica

2.3.5 La exploración sistemática de aplicaciones en otros sectores: los "racimos" o "árboles" tecnológicos

Un estudio de comienzos de los años ochenta titulado "*Les grappes technologiques*" (GEST, 1986) evidenció que en plena crisis de los setenta algunas empresas habían seguido con éxito un nuevo tipo de estrategia basada en la explotación sistemática de su potencial tecnológico. El ejemplo típico de esta conducta es la empresa United Technologies, la cual, en lugar de permanecer en su sector -la aeronáutica-, penetró en distintos sectores con productos basados en su "saber hacer".

Esta explotación del potencial tecnológico propio en otros campos es distinto de las estrategias ya conocidas de especialización o diversificación. Ha sido denominada estrategia en árboles o racimos y se suele representar mediante un árbol. Las tecnologías genéricas, calificadas así a causa de su carácter fundamental, están en la base del potencial tecnológico de las empresas y encuentran aplicaciones en distintos sectores, subsectores y productos.

El racimo tecnológico es, pues, un conjunto coherente de actividades basadas en una misma esencia tecnológica y no coincide con el concepto de sector ni el de *filière*¹. En este caso, la empresa se redefine como un potencial de tecnologías que hay que aprovechar; se reestructura alrededor de lo que sabe hacer, es decir, de su "oficio". La pregunta clave es: ¿en qué mercados y en qué productos las capacidades tecnológicas de la empresa proporcionarán un avance competitivo? La explotación del potencial



Fuente: Giget, 1984

Fig. 2.11 Utilización de la tecnología en distintos sectores

¹ La *filière* (hilera) se puede definir como una cadena de actividades que va desde la materia prima hasta el consumo final. Por ejemplo, una política coherente sobre la *filière* madera ha de incluir no solamente incentivos para los fabricantes de muebles sino también medidas sobre las explotaciones forestales.

tecnológico consistirá, por tanto, en analizar sistemáticamente nuevas aplicaciones en otras áreas que presenten posibilidades de obtener beneficios. Habrá que examinar también las combinaciones nuevas de tecnologías, ya que está demostrado que dan lugar a innovaciones importantes.

La búsqueda de aplicaciones en otros sectores puede resultar muy fructífera. Sin embargo, no es conveniente adoptar esta conducta a ciegas. Thomas Durand indica que "probablemente es más difícil para la empresa cambiar de mercado que de tecnología. Parece preferible tratar de adquirir nuevas capacidades tecnológicas al servicio de mercados conocidos que intentar captar hipotéticos nuevos clientes que se interesen por las nuestras habilidades. Y es suicida cambiar a la vez de mercado y de tecnología".

2.3.6 Las capacidades esenciales (*core competences*)

Durante la década de los ochenta la concepción de la empresa en torno de unidades estratégicas empresariales se ha visto sobrepasada por el concepto de competencias o capacidades esenciales. Aunque muchas empresas no han entrado nunca en contacto con estos conceptos, los buenos resultados que determinadas empresas -sobre todo japonesas- están obteniendo frente a la competencia occidental confirman que esta nueva visión de la estrategia de la empresa funciona. Hasta hace poco, las empresas funcionaban gracias a las unidades estratégicas de negocio, sin tener demasiado en cuenta cuáles eran las verdaderas capacidades y habilidades esenciales y cuáles eran sus productos esenciales.

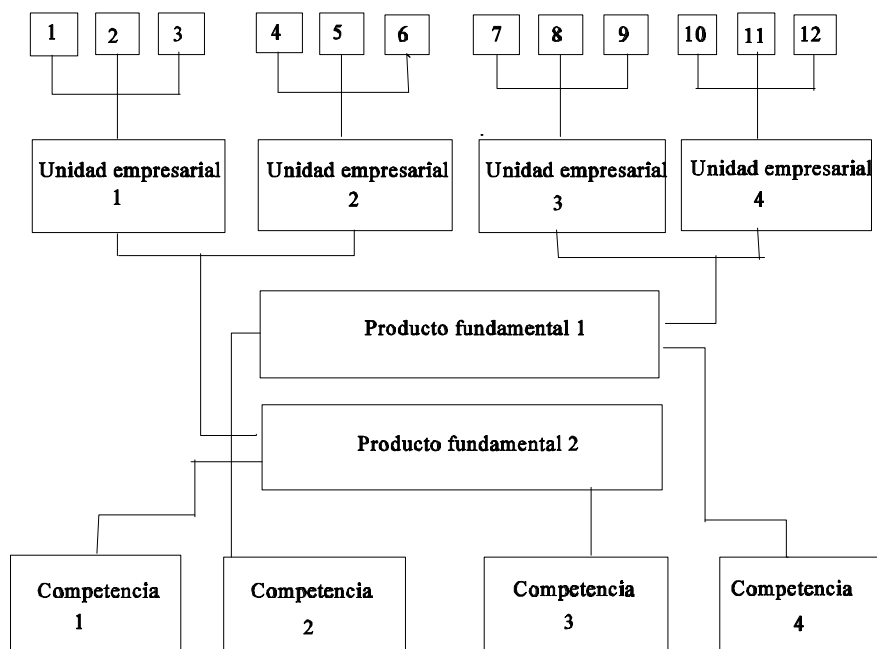
Una competencia o capacidad esencial es aquella que resulta del aprendizaje colectivo de la organización, especialmente de la capacidad de coordinar las diversas técnicas de producción e integrar corrientes tecnológicas. Para poderse organizar en torno de estas nuevas capacidades, autores como Prahalad y Hamel (1991) defienden que hace falta un cambio radical en la organización empresarial.

Para conseguir este cambio habría que identificar en primer lugar las capacidades esenciales que satisfagan tres requisitos: proporcionar acceso potencial a una gran variedad de mercados, hacer una aportación a las ventajas del producto para el cliente y ser difíciles de imitar por los competidores. A continuación se trataría de rediseñar la estrategia de la empresa vigilando tanto la política de alianzas como la de desarrollo interno. En este sentido, la dirección debe preguntarse por cuánto tiempo podrá preservar su competitividad si no domina la capacidad esencial y hasta qué punto es importante esta capacidad esencial para poder aportar las ventajas que interesan al cliente.

Para Prahalad y Hamel, la concepción convencional de la empresa como una agrupación de empresas más pequeñas o unidades estratégicas es distinta de la concepción de la empresa como un conglomerado de aptitudes sobre las que se apoya la estrategia global. A corto plazo puede ser que la competitividad se derive de los precios y prestaciones actuales, pero a más largo plazo todas las empresas convergen hacia costes de producto semejantes y procesos y calidades homogéneas.

Es decir, la competitividad se basa en saber crear unos productos, de menor coste y más rápidamente que los competidores. Por esto la estrategia de la alta dirección debe consolidar las aptitudes y las

tecnologías para generar las habilidades que facultan a las distintas unidades empresariales a adaptarse rápidamente a las nuevas oportunidades generadas por los cambios.



Fuente: Prahalad y Hamel, 1991

Fig. 2.12 Las capacidades tecnológicas: las raíces de la competitividad

Los productos esenciales son los componentes o subconjuntos que realmente contribuyen a dar valor a los productos finales. La figura 2.12 muestra la situación de estos productos esenciales en un lugar intermedio entre los productos finales y las capacidades esenciales. El hecho de pensar desde el punto de vista de productos finales obliga a distinguir entre la cuota de mercado que se consigue en los mercados de los productos finales y la cuota en determinado producto esencial. La empresa japonesa Canon tiene el 84% de la cuota de fabricación de motores para impresoras láser pero muy poco producto con su propia marca.

Este enfoque innovador permite que, a partir de las tecnologías esenciales, se vaya creando un producto esencial que finalmente permita saltar a un producto de marca, pero poniendo mucho énfasis en que lo importante es el producto esencial derivado de la capacidad esencial. Cuando sólo se actúa como proveedor de componentes, se capta una retroinformación de cómo se pueden mejorar y ampliar las tendencias esenciales e, incluso, el mercado es menos cambiante que el mercado final. Muchas empresas

Cuadro 2.2 Las capacidades esenciales de Canon

Entre 1980 y 1988, Canon creció un 264%. Inicialmente, Canon era una empresa productora de cámaras fotográficas y filmadoras. Pero en el año 1983 superó a Xerox en la cuota del mercado mundial de fotocopiadoras, sobretodo gracias a las ventas de pequeñas fotocopiadoras personales, pese a que su capacidad y su presupuesto de I+D para reprografía eran sólo pequeñas fracciones de los de Xerox. Pocos años atrás, Canon había entrado en este negocio mediante la obtención de licencias de tecnologías extranjeras, pero cuando llegó a desarrollar su propia tecnología concedió rápidamente licencias a los competidores de Xerox, para así amortizar su investigación.

Hoy Canon ofrece un conjunto de productos finales aparentemente no relacionados: impresoras láser, cámaras de filmar, fax, fotocopiadoras e, incluso, equipos de fabricación de semiconductores. Pero las apariencias engañan. Detrás de estos productos dispersos existe la lógica de las capacidades esenciales.

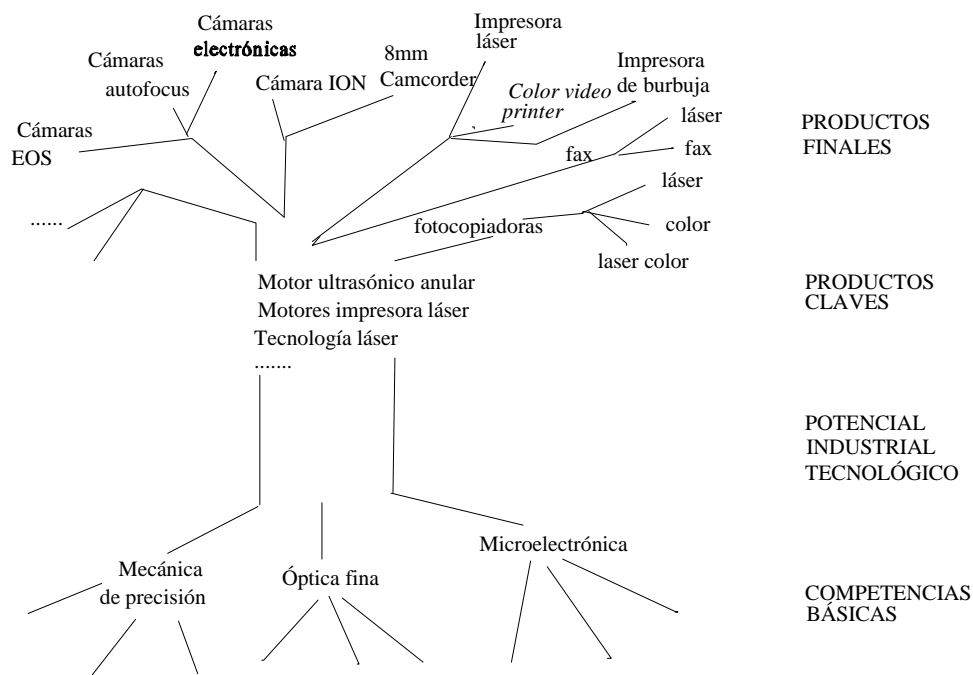
Canon no se ve a sí misma como un fabricante de cámaras, de fotocopiadoras o de impresoras en unidades de negocio distintas. Si funcionase así, su innovación se vería limitada a más cámaras, más fotocopiadoras o más impresoras, y sus oportunidades futuras se verían truncadas. Si Canon hubiese continuado fabricando cámaras exclusivamente, hoy se encontraría en pleno declive. Pero Canon es consciente de que su ventaja viene de su dominio de unas capacidades esenciales (*core competences*): óptica fina, mecánica de precisión, microelectrónica y, más recientemente, digitalización de imágenes, capacidades que le abren continuamente nuevas oportunidades. Los productos finales de Canon son el resultado de estas capacidades (Tabla 2.1), como también los denominados productos esenciales (*core products*), productos intermedios que se integran en los productos finales, tales como, por ejemplo, los motores para impresoras láser (figura 2.13).

Tabla 2.1. Las capacidades esenciales de Canon

	Mecánica de precisión fina	Optica	Micro- electrónica
Cámara básica	X	X	
Cámara compacta	X	X	
Cámara electrónica	X	X	
Cámara autofocus EOS	X	X	X
Cámara de videofoto	X	X	X
Impresora láser	X	X	X
Impresora de video en color	X		X
Impresora de rayo de burbuja	X		X
Telefax básico	X		X
Telefax de láser	X		X
Calculadora			X
Copiadora sencilla en papel	X	X	X
Idem. alimentada por batería	X	X	X
Copiadora color	X	X	X
Copiadora láser	X	X	X
Copiadora láser en color	X	X	X
NAVI	X	X	X
Sistema de videofoto	X	X	X
Impresora gráfica por láser	X	X	X
Analizadora celular	X	X	X
Alineadora de máscara	X		X
Alineadora de <i>stepper</i>	X	X	X
Alineadora láser de <i>excimer</i>	X	X	X

Cuadro 2.2 Las capacidades esenciales de Canon (continuación)

La estrategia de Canon consiste en potenciar la investigación en sus capacidades esenciales, para mantenerse en vanguardia, y a liderar la cuota de mercado de los productos esenciales. Por esto, no duda en vender componentes y productos acabados a otras empresas competidoras. Canon vende motores de impresoras láser a Hewlett Packard y a Apple, asegurándose el liderazgo mundial en estos productos esenciales. Vende también fotocopadoras para que sean vendidas con la marca Kodak. Su cuota de mercado de productos esenciales es muy superior a la de productos finales. Subcontrata, en cambio, una parte importante de los componentes que no forman parte de los productos esenciales; por ejemplo, Canon compra más del 75 % de los componentes de sus fotocopadoras.



Fuente: Palop y Vicente (1994), a partir de Prahalad y Hamel (1991)

Fig. 2.13 Árbol tecnológico de Canon

asiáticas que ahora son grandes líderes internacionales empezaron siendo empresas de componentes que han acabado fabricando productos superiores y han podido conseguir una cuota de mercado elevada ya que han dispuesto de una capacidad esencial. En este enfoque, la estrategia empresarial, pues, se mueve a tres niveles: las capacidades esenciales, los productos esenciales y los productos finales. Tener claro estos niveles permitirá afinar cuál será la mejor actuación con una perspectiva de largo plazo. Si una empresa gana el liderazgo en capacidades esenciales en algunas tecnologías, acabará adelantando a los rivales en los nuevos negocios.

2.3.7 Las carteras de tecnologías

La importancia de una visión en términos de tecnologías y capacidades y su impacto a largo plazo es también destacada por la empresa consultora Arthur D. Little (ADL), pionera en cuestiones de estrategia tecnológica. En su último libro (*La tercera generación de I+D*), ADL da mucha importancia al examen de la cartera de tecnologías frente al análisis individual de cada proyecto.

La cartera incluye las tecnologías en que la empresa piensa invertir durante el ejercicio. Se pretende que la cartera refleje un equilibrio óptimo entre riesgo y beneficio, entre estabilidad y crecimiento. Esta cartera puede visualizarse de diversas formas, las cuales dan una visión de conjunto que permite una toma de decisiones acertada. La figura 2.14 muestra las actividades de una empresa química norteamericana; las áreas de los círculos son proporcionales a los presupuestos anuales previstos para cada tecnología y los ejes de la matriz son la madurez industrial que indica la etapa del ciclo de vida en que se encuentra el sector, y la posición tecnológica competitiva (ya comentada en apartados anteriores pero dividida ahora en dominante, fuerte, favorable, defendible y débil, en vez de fuerte, mediana y débil).

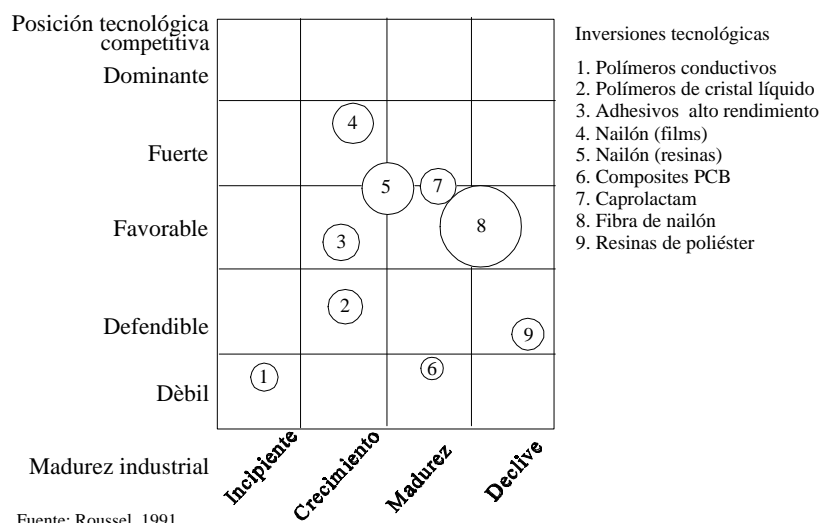


Fig.2.14 Posición tecnológica competitiva y madurez de las actividades de una empresa química norteamericana (1987)

La empresa quería invertir en nueve sectores, situados en distintas etapas de madurez, desde la embrionaria hasta el declive. Pero un análisis de la cartera mostró que en las áreas de poca actividad (1,2,6 y 9) no se llegaría a una posición tecnológica fuerte frente a los competidores. En consecuencia, la empresa reestructuró su cartera, tal como indica la figura 2.15 abandonando cuatro actividades y apostando decididamente por la tecnología 2 (polímeros de cristal líquido) para conseguir una posición fuerte.

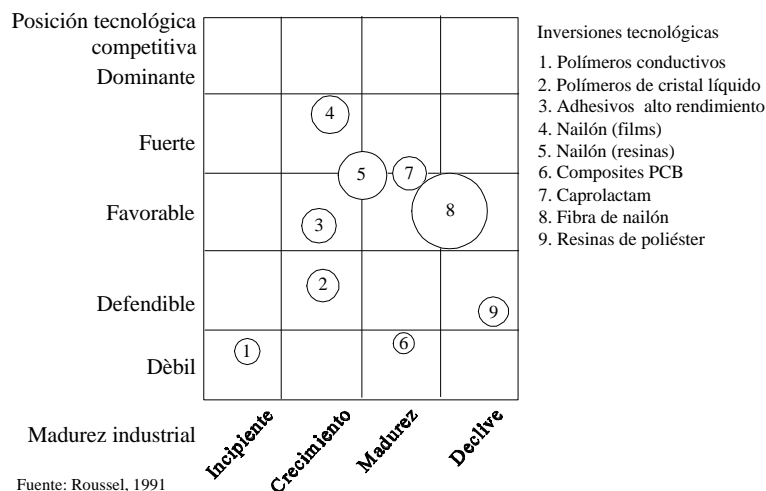


Fig. 2.15 Posición tecnológica competitiva y madurez de las actividades de una empresa química norteamericana (1992)

2.4 El plan estratégico del desarrollo tecnológico

La estrategia tecnológica se concreta en un plan de desarrollo tecnológico que incluye los distintos programas de acción (programas internos de I+D, compra de tecnologías externas, alianzas,...). Este plan se ha de integrar en el plan estratégico global de la empresa. El plan debe explicitar las opciones de la empresa. Es evidente que la elección de unas prioridades determinadas comporta la renuncia a otras. Las empresas con éxito identifican las oportunidades, concentran los recursos en unas áreas determinadas y llegan con rapidez a la fase de comercialización. Un plan tecnológico debe exponer con claridad:

- La distribución del presupuesto destinado a la tecnología entre los diversos programas, clasificados por líneas de productos o de negocios.
- Las modalidades de acceso a las tecnologías (I+D interna, compra,...) con sus presupuestos correspondientes.
- La elección de la posición competitiva en las distintas tecnologías (líder, seguidor,...).
- El grado de intensidad en el esfuerzo tecnológico, que puede variar desde una investigación exploratoria hasta a la plena aplicación industrial.
- El nivel de dificultades y de riesgo, que puede variar desde la aplicación o mejora de tecnologías ya existentes hasta el desarrollo de tecnologías completamente nuevas.

Programas	Coste	Calidad/seguridad de funcionamiento	Prestaciones del producto	Otras características	Nuevos productos	Total
A						
B						
C						
D						

Distribución del esfuerzo tecnológico (unidades monetarias)
entre los diferentes programas y los diferentes objetivos

Fuente: Steele, 1989

Fig.2.16 El plan de desarrollo tecnológico

La figura 2.16, elaborada por Steele (1989), muestra una de las muchas formas posibles de presentar el plan de desarrollo tecnológico.

2.5 Los tipos de estrategia tecnológica. Algunas clasificaciones

Al hablar de la matriz ADL y las estrategias, en este mismo capítulo, ya se ha introducido una clasificación de estrategias (líder, seguidor, nicho tecnológico,...) En la literatura que analiza las estrategias se pueden encontrar otras clasificaciones y enfoques. A continuación se detallan algunos de ellos.

Freeman

Christopher Freeman (1974), de la Universidad de Sussex, clasificó las posibles estrategias tecnológicas en los seis tipos siguientes:

- Ofensiva*: pretende conseguir ser el líder técnico, colocándose a la cabeza de los competidores en la introducción de nuevos productos.
- Defensiva*: no quiere asumir el gran riesgo de ser el primero en innovar pero tampoco se quiere quedar atrás. Espera sacar ventaja de los errores de los otros y mejorar sus diseños.

- c) *Imitativa*: se contenta con ir detrás de los líderes en las tecnologías establecidas ya hace tiempo. Suele adquirir licencias y *know-how*.
- d) *Dependiente*: comporta la aceptación de un papel satélite o subordinado. Los nuevos productos responden a iniciativas y especificaciones externas, por ejemplo, de la empresa matriz.
- e) *Tradicional*: el mercado no suele pedir cambios en los productos. La empresa se limita a la adopción de las innovaciones de proceso generadas desde fuera de la empresa.
- f) *Oportunista*: identifica una nueva oportunidad o un diseño complejo que le permite prosperar en algún nicho.

Urban y Hauser

Existen otras clasificaciones, como por ejemplo las de Urban y Hauser (Saren, 1990) que distinguen, como hacen otros autores, entre estrategias reactivas y proactivas.

Estrategias reactivas: responden a las demandas del mercado y a las actividades de los proveedores.

- a) *Sensible a los clientes*. La empresa reacciona a las peticiones de los clientes con innovaciones.
- b) *Imitativa*. La empresa reacciona ante los nuevos productos copiándolos.
- c) *Segunda pero mejor (second-but-better)*. La empresa desarrolla, mejora e incrementa las innovaciones de los competidores.
- d) *Defensiva*. Reacciona ante los cambios de los competidores modificando su producto, más que innovando con un producto nuevo.

Estrategias proactivas: prevén y se anticipan al mercado y a los cambios tecnológicos.

- a) *Basada en la I+D (R&D based)*. Las innovaciones están basadas en la investigación y el desarrollo.
- b) *Emprendedora*. La actividad innovadora tiene alto riesgo y es oportunista, aunque no necesariamente en investigación y nuevas tecnologías.
- c) *Adquisitiva*. Las innovaciones son llevadas a término mediante la compra de los nuevos productos o compañías.
- d) *Basada en el marketing (marketing-based)*. *Marketing* tiene la iniciativa de anticipar un producto innovador.

La visión japonesa

Las corrientes japonesas de gestión clasifican las empresas de esta manera (Brascomb y Kodama, 1993):

a) *Enfocada al mercado*

Desarrolla el negocio en función de un grupo de clientes situados en distintos mercados. Suele ser una antigua proveedora de componentes con una línea principal de productos orientados hacia el mercado final. Puede estar diversificada pero mantiene siempre aproximadamente el 50% de la cuota de productos en un producto principal. Entre las compañías estudiadas por Brascomb y Kodama, el mejor ejemplo es Sumitomo Electric Industries (SEI), que se define como una empresa suministradora de cables para comunicaciones pero que se ha diversificado hacia la fibra óptica, las antenas, el caucho y los plásticos.

b) *Enfocada a la tecnología*

Desarrolla la ventaja competitiva habiendo seleccionado previamente las áreas tecnológicas claves de los negocios estratégicos. No se mueve como el anterior por todas las tecnologías necesarias para conservar los clientes, sino que escoge las tecnologías estratégicas. La estrategia consiste en dominar un mínimo de tecnologías que permitan actuar en suficientes mercados en crecimiento. No tiene una sola estrategia sino que debe intentar encontrar el punto medio entre:

- concentración tecnológica *versus* diversificación tecnológica
- innovación en nuevos mercados para explotar ventajas tecnológicas vs. innovación en nuevas tecnologías para servir a mercados existentes
- hacer alianzas con clientes o terceros vs. ser autónomo en un nicho de mercado
- ofrecer soluciones a problemas particulares con herramientas especiales vs. ofrecer bajo coste, grandes volúmenes y manufacturas de alta calidad

NEC Corporation podría ser un buen ejemplo. Se define como una empresa de computadores y comunicaciones: escoge unas tecnologías y las acopla a mercados atractivos.

c) *Enfocada a los productos*

Desarrolla productos donde introduce cualquier tipo de tecnología, tanto si le es familiar como si no. Su objetivo es entrar a todos los niveles de mercado. Tiene muchos productos sin nada en común. Posee la habilidad de moverse hacia la tecnología necesaria para un determinado producto estratégico. El aprendizaje y uso de las nuevas tecnologías podría considerarse una estrategia especial. Sharp y Sony son consideradas como representativas de esta estrategia.

d) *Enfocada al sistema*

Incide mucho en el bajo coste y está muy bien relacionada con los proveedores. Su mercado suelen ser los servicios muy sofisticados, plantas nucleares, grandes redes eléctricas, etc. Su capacidad

esencial son los sistemas de ingeniería. Una empresa representativa es TEPCO (Tokyo Electric Power Company) que suministra electricidad al área de Tokio.

e) *Multienfocada*

Básicamente son grandes grupos financieros, con distintas líneas de negocio, que equilibran sus posiciones con adquisiciones y ventas de empresas en mercados en expansión o en mercados tradicionales para hacer frente a las fluctuaciones de la economía. Utilizan distintas combinaciones de las estrategias anteriores. Toshiba y Hitachi pueden encajar en este apartado.

2.6 Consideraciones finales

En 1996 un equipo del M.I.T. dirigido por Edward Roberts publicó un interesante trabajo sobre la gestión de la tecnología en una muestra de 244 grandes empresas que realizan el 80% de los gastos de I+D empresarial de Europa, Estados Unidos y Japón. Entre las conclusiones del estudio destacan las siguientes (Roberts, 1996):

- Los directivos japoneses se preocupan más por la gestión de la tecnología y por la integración de la tecnología en sus estrategia general que sus colegas americanos y europeos.
- Las compañías de todo el mundo están aumentando su adquisición de tecnología de fuentes externas, utilizando cada vez más las universidades para investigación y las empresas mixtas y las alianzas para desarrollo. Las empresas se ven obligadas a desarrollar nuevas habilidades para enfrentarse a estas nuevas modalidades de acceso a la tecnología.
- Las empresas japonesas gastan más en desarrollo y menos en investigación que sus homólogas europeas o americanas.
- Las empresas japonesas gastan una proporción mayor de sus presupuestos en la mejora de procesos de fabricación que las americanas y europeas.
- Las empresas americanas están preocupadas por el desequilibrio de sus carteras de proyectos de I+D, excesivamente enfocados: a) al corto plazo, y b) a tecnologías familiares, con poco riesgo.
- Las compañías europeas cooperan menos con sus clientes en el desarrollo de productos que las americanas o japonesas. Al parecer, están menos conectadas con sus mercados.

Cuadro 2.2 La diversificación de NORMARH

Normarh es una empresa colombiana, situada en la ciudad de Pereira, que está especializada en la fabricación de piezas mecánicas de alta precisión. Normarh posee el 95 % del mercado latinoamericano de agujas para tocadiscos (fonocaptadores). Como es obvio, la tendencia mundial de este mercado es decreciente; esta tecnología de reproducción del sonido entró en la última fase de su ciclo de vida debido al cambio gradual desde el acetato (relieve) a la tecnología láser (discos compactos). En el lenguaje del Boston Consulting Group las agujas para tocadiscos han pasado de productos “estrellas” a productos “vacas”.

Ante esta evidencia tecnológica, la empresa ha adoptado como principal objetivo el desarrollo de nuevos productos, aprovechando sus capacidades. Normarh ha desarrollado un proceso que podría ubicarse en una matriz Tecnologías-Productos (ver Figura). Cabe destacar que, para realizarla, ha hecho un gran esfuerzo para captar las necesidades del cliente y también para compararse sistemáticamente con los competidores.

Aprovechando sus tecnologías, Normarh ha irrumpido en otros sectores o subsectores, utilizando a su red de distribuidores de agujas para introducir sus nuevos productos. Entre éstos se cuentan utensilios para uso escolar y papelería, accesorios para mesa y cocina, piezas para persianas verticales y minipersianas, piezas de alta precisión y equipos para la alimentación de aves y cerdos.

La diversificación está siendo un éxito. En piezas para ventanas y en equipos para la alimentación de aves y cerdos, Normarh ha conseguido el 50% y el 80% respectivamente del mercado colombiano y está comenzando a operar en otros países.

Tecnologías	Productos						
	A	B	C	D	E	F	
1			T/P	T/P	T/P		1. Mecanización de piezas
2	T/P	T/P				T/P	2. Tratamientos especiales acabado
3			T/P	T/P	T/P	T/P	3. Tratam.esp. mejorar propiedades Mecánicas-físicas
4	T/P	T/P	T/P	T/P	T/P	T/P	4. Inyección de plásticos
5			T/P	T/P	T/P		5. Uso de nuevos materiales
6			T/P	T/P			6. Ensamble en Metalmecánica Liviana
7	T/P	T/P	T/P	T/P	T/P	T/P	7. Matrices

- A. Utensilios de escritorio
- B. Utensilios de cocina
- C. Válvulas reguladoras de líquidos
- D. Cadenas de arrastre
- E. Engranajes
- F. Minicontenedores

Fuente: Luís José Rueda, Universidad de Pereira, Colombia 1997

Fig 2.17 La matriz Tecnologías-Productos de la empresa Normarh

3 La vigilancia tecnológica en la empresa

3.1 Introducción

La tarea del empresario es muy dura. Puede verse sorprendido en cualquier momento por la aparición de nuevos productos, nuevas tecnologías, nuevos competidores o cambios en los gustos de los clientes, que pueden amenazar seriamente la buena marcha de su empresa. La historia de la industria está llena de ejemplos de empresas, o incluso sectores completos, que sucumbieron ante la súbita aparición de una nueva tecnología. Los fabricantes de tubos de vacío, por ejemplo, no sobrevivieron a la aparición del transistor.

El empresario, por tanto, debe estar alerta, no sólo para poder contraatacar con rapidez ante los cambios sino también para aprovechar las nuevas oportunidades que se presentan constantemente. Además, el empresario debe evitar "tratar de inventar lo que está ya inventado", tal como recomiendan los directivos japoneses.

De hecho, el empresario siempre ha vigilado. Ha hablado con clientes y proveedores, ha asistido a ferias de muestras, ha desmenuzado y analizado los productos de la competencia, ha leído revistas técnicas,... Siempre ha realizado lo que hoy denominaríamos una vigilancia "tradicional". En el siglo XVIII ya existía en Suecia una revista titulada *Den Goteborg Spionen* que informaba de los avances tecnológicos que se producían en otros países, como, por ejemplo, la fabricación de la porcelana.

Sin embargo, en el pasado la vigilancia era más sencilla. Las innovaciones se producían en pocos países y la velocidad del progreso técnico era más lenta. Hoy día la situación es complicada: por una parte la información presenta un crecimiento exponencial y, por otra, se hace difícil detectar lo que está sucediendo, ya que buena parte de la información relevante circula a través de los llamados "colegios invisibles", esto es, entre grupos de expertos, profesionales o académicos, de diferentes países que se comunican entre sí mediante, por ejemplo, el correo electrónico. O está en forma de "literatura gris", es decir, en documentos de difícil acceso que no se distribuyen a través de los canales de difusión convencionales: tesis doctorales, actas de congresos, documentos de trabajo,...

Por otra parte, los costes de la I+D han aumentado de tal modo que ninguna empresa -ni IBM- puede pretender la autosuficiencia tecnológica, por lo que debe aumentar la atención a los desarrollos externos. Se calcula que las empresas japonesas destinan un 1,5% de su cifra de ventas a tareas de

vigilancia. Algunos datos sobre la avalancha informativa: el MITI (Ministerio de Industria y Comercio japonés) facilita anualmente 500.000 resúmenes de artículos de 11.000 revistas -7.000 extranjeras- e informa de unas 50.000 patentes. En el mundo occidental se publican anualmente 2 millones de artículos en 60.000 revistas técnicas, que se añaden a unos 30 millones de artículos ya existentes (Martinet y Ribault 1989).

Cuadro 3.1 El coste de la ignorancia

Las empresas europeas pierden unos 3,4 billones en investigar innovaciones ya patentadas

Desaliento tras el no. Rechazada la solicitud: la patente ya existe desde hace años, contesta el registro oficial. Tiempo, dinero, recursos humanos derrochados en investigaciones sobre las que no se tendrá la exclusividad de uso. Y lo que es todavía peor: podría haberse dedicado todo ese esfuerzo a desarrollos más avanzados a partir de lo ya investigado por otros. La suma de "desalientos empresariales" alcanza los 20.000 millones de dólares al año en Europa, que al cambio actual suponen unos 3,4 billones de pesetas.

El acceso a las informaciones sobre las últimas novedades técnicas por parte de las empresas constituye una de las prioridades de la Oficina Europea de Patentes (OEP) que ha decidido modernizar los medios de difusión con nuevos servicios y nueva tecnología como el CD-ROM. El presidente de la OEP, Paul Braendli, cree que con ello se incrementaría la competitividad de la industria europea que, con los datos que dispone, está quedándose rezagada en capacidad inventora respecto a Estados Unidos o Japón.

Tesoros técnicos

Las solicitudes de patentes publicadas se anticipan en general tres o cuatro años a la evolución del mercado, lo que indica que contienen información empresarial de gran valor para otras empresas. En muchos casos se trata de tesoros para la industria. Se estima que más del 80% del conocimiento técnico actual está contenido en la documentación de patentes. Cada año esta documentación aumenta a escala mundial en 600.000 nuevas solicitudes. A cambio de explotar en exclusiva su invención, la empresa inventora divulga sus conocimientos técnicos. Así, la documentación sobre patentes constituye la información más actual con respecto a la innovación tecnológica. Pero las patentes apenas son conocidas en Europa como fuente de información técnica. La información sobre nuevos desarrollos técnicos pasa por otros canales, como los contactos personales o las ferias.

"La poca capacidad innovadora de Europa -afirma Braendli- ha conducido a que la industria europea pierda terreno en tecnologías punta tales como la electrónica, la fotografía o las telecomunicaciones"

Fuente: Farreras, Carina, *La Vanguardia* 22.10.1994

3.2 ¿Qué se debe vigilar?

Ante esta situación, ¿cómo organizar la vigilancia?. En la empresa la información suele abordarse de forma descoordinada. Uno de los activos más importante de la empresa, la información, es tratado de forma caótica (Cornella 1994). Es frecuente querer saberlo "todo de todo", lo que conduce a un trabajo enorme, caro e inútil.

Se hace cada vez más necesaria, pues, la estructuración de la función de vigilancia (tabla 3.1). El objetivo de la vigilancia consiste en "proporcionar buena información a la persona idónea en el momento adecuado" (Callon, Courtial y Penan, 1993). La empresa debe decidir, en primer lugar, en qué áreas quiere estar bien informada.

Tabla 3.1. Preguntas básicas de un enfoque de vigilancia

¿Cuál es el objetivo de la vigilancia?
¿Qué información buscar?
¿Dónde localizarla?
¿De qué forma comunicarla?
¿A quién dirigirla?
¿Qué medios vamos a destinar?

Fuente: Palop y Vicente, 1994

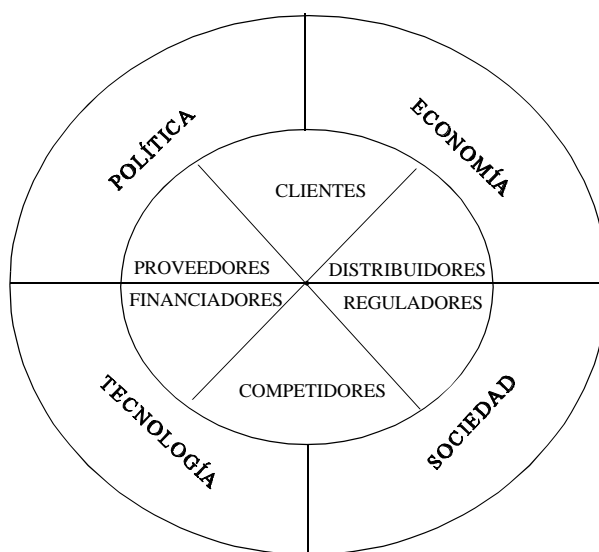
Son posibles diferentes enfoques o criterios para determinar estas áreas, por ejemplo:

a) A partir de las aportaciones de Porter

Los cuatro factores determinantes de la competitividad de las empresas, según Porter, son bien conocidos: clientes, proveedores, entrantes potenciales en el mercado y productos substitutivos. A partir de ellos la empresa debe organizar su vigilancia en cuatro ejes:

- la vigilancia **competitiva** se ocupará de la información sobre los competidores actuales y los potenciales (política de inversiones, entrada en nuevas actividades...)
- la vigilancia **comercial** estudia los datos referentes a clientes y proveedores (evolución de las necesidades de los clientes, solvencia de los clientes, nuevos productos ofrecidos por los proveedores...)
- la vigilancia **tecnológica** se ocupa de las tecnologías disponibles o que acaban de aparecer, capaces de intervenir en nuevos productos o procesos
- la vigilancia **del entorno** se ocupa de la detección de aquellos hechos exteriores que pueden condicionar el futuro, en áreas como la sociología, la política, el medio ambiente, las reglamentaciones etc.

Cornella (1994) estructura las áreas de vigilancia de forma similar (figura 3.1).



Fuente: Cornella, 1994

Fig 3.1 Necesidades de información de las organizaciones: en el centro, entorno próximo, y en el exterior, entorno remoto

b) A partir de los factores críticos del éxito de Rockart (Jakobiak, 1991)

Los factores críticos son "aquellos aspectos críticos de los que depende la buena marcha de la empresa". Estos factores son inherentes al sector de actividad, dependen de los objetivos y la estrategia de la empresa y son variables en el tiempo. Además, tienen un carácter arborescente; a cada nivel jerárquico existe también un subconjunto de factores críticos.

Para detectar estos factores críticos conviene pasar revista, mediante entrevistas a los directivos de la empresa, a aspectos tales como la estrategia de la empresa, los objetivos a corto y medio plazo, los medios disponibles para alcanzarlos, las amenazas y oportunidades, los puntos fuertes y débiles... Es conveniente que los factores críticos a vigilar no sean demasiado numerosos, y se recomiendan entre 3 y 7.

Un estudio sobre la industria francesa del automóvil llegó a la conclusión de que en 1980 los factores críticos eran (Jakobiak, 1991):

- la calidad y eficacia de los modelos
- la eficacia de la red de concesionarios

- el control estricto de los costes de producción
- el respeto de las normas energéticas
- la conservación de la paz social en las empresas

Algunas definiciones

La *vigilancia tecnológica* puede definirse como "la búsqueda, detección, análisis y comunicación (a los directivos de la empresa) de informaciones orientadas a la toma de decisiones sobre amenazas y oportunidades externas en el ámbito de la ciencia y la tecnología" (Ashton y Klavans, 1997). En el mundo anglosajón esta función recibe el nombre de *competitive technical intelligence*, mientras que en Francia se denomina *veille technologique*. La vigilancia tecnológica debe detectar todas las señales débiles sobre innovaciones útiles que puedan ayudar a la empresa a enfrentarse a la competencia mundial.

A un nivel más general, la vigilancia en la empresa o inteligencia empresarial -en inglés *competitive intelligence* o *business intelligence* y en francés *intelligence économique* (Rouach, 1996) - abarca las distintas formas de vigilancia: comercial, tecnológica, jurídica, financiera,...

Cuando la vigilancia se concentra en un competidor, puede hablarse de *benchmarking*, denominación que podría también aplicarse a los casos en que se centra en un proveedor o un cliente.

3.3 Estructura de la vigilancia en la empresa: organización y herramientas

3.3.1 Organización de la vigilancia

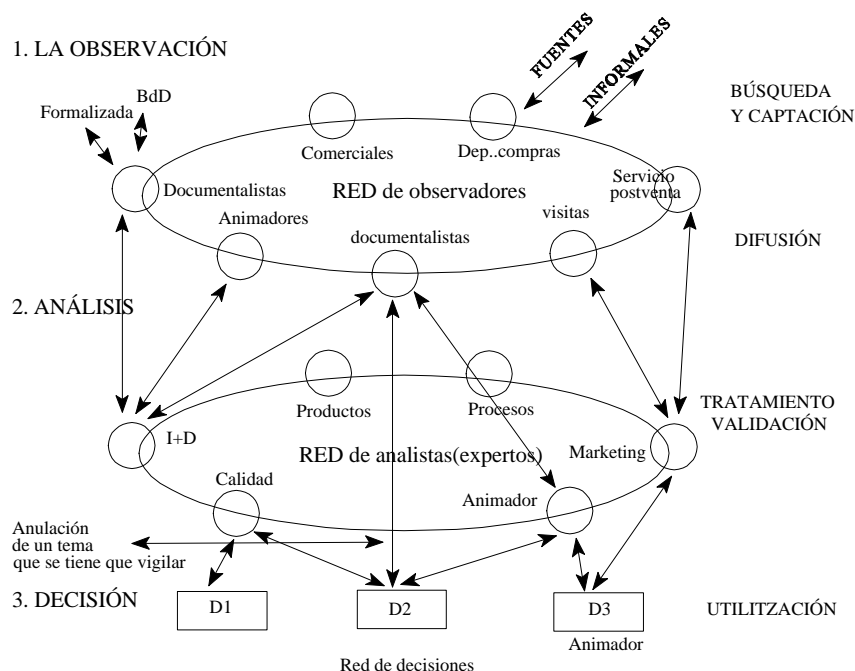
Una vez la empresa ha determinado las áreas en que quiere estar bien informada se impone estructurar la función vigilancia.

La vigilancia en la empresa debe (Palop y Vicente, 1994):

- Centrarse en los factores críticos, lo que exige precisar los indicadores a vigilar. La vigilancia debe orientarse a la decisión y la acción.
- Ser sistemática, es decir, debe estar organizada con método a fin de hacer un seguimiento regular.
- Estar estructurada, con una organización interna descentralizada basada en la creación y explotación de redes.

La práctica de la vigilancia hace que se comience a distinguir entre vigilancia pasiva (*scanning*), que consiste en escrutar de forma rutinaria un amplio juego de fuentes de datos con la esperanza de encontrar asuntos de interés, de la vigilancia activa (*monitoring*), búsqueda regular de información relevante sobre actividades seleccionadas, para proveer un conocimiento continuo de los desarrollos y de las tendencias emergentes. Dentro de este último tipo de vigilancia puede incluirse la búsqueda

puntual de información sobre un tema determinado (*search*), por ejemplo, mediante consultas a los expertos de una determinada disciplina.



Fuente: Jakoviak 1992

Figura 3.2 Los tres niveles de organización de la vigilancia en la empresa

El término *watching* tiene un significado más general; se refiere al sistema de organización de la observación, análisis y difusión precisa de la observación para la toma de decisiones en la empresa. Es decir, al sistema de vigilancia que filtra, interpreta y valoriza la información para permitir a un usuario actuar más eficazmente.

En general se considera un error centralizar la vigilancia en un departamento especializado, incluso aunque se trate de grandes empresas. Esta práctica podría caer rápidamente en la burocracia y en la esterilidad. Se cree preferible, por el contrario, una organización descentralizada y participativa. La vigilancia, al igual que la calidad o la innovación, debe efectuarse a todos los niveles; todo el personal debe tener una actitud vigilante, del mismo modo que es conveniente involucrar a todo el personal en la innovación o la calidad.

No obstante, continúa siendo necesaria una cierta organización. La figura 3.2 muestra la estructuración de la vigilancia en tres niveles: observación, análisis y decisión, cada uno de ellos formado por una

red de personas que desempeñan distintos cargos en la empresa y que se reúnen periódicamente. Los circuitos de la información deben estar bien definidos, asegurando que ésta llegue a las personas adecuadas. En este esquema, la figura del "animador" responsable de la vigilancia es fundamental. Se trata de una persona inquieta, curiosa y propensa a comentar con sus colegas las últimas informaciones disponibles. Este animador presenta características parecidas al *gate-keeper*, tan frecuente en los proyectos de innovación en las empresas. Es evidente que en las empresas pequeñas y medianas no es posible una organización tan completa.

3.3.2 Dos herramientas decisivas: las bases de datos y la cienciometría

A pesar de lo dicho hasta ahora, la vigilancia no hubiera experimentado cambios notables sin la aparición y popularización de dos herramientas importantes, que están posibilitando el acceso a las informaciones de una forma impensable hace solo pocos años. Nos referimos a los *bancos de datos* y al uso de la *cienciometría*.

a) Los bancos de datos

Las bases de datos existen desde hace años, pero hasta hace relativamente poco tiempo el acceso a las mismas era demasiado complicado y caro. Actualmente, en cambio, su uso se ha simplificado y con la llegada de la era de las "autopistas de la información" va a extenderse mucho más. La popularización de la red Internet contribuirá a ello de forma decisiva. Estamos ante una auténtica explosión.

La oferta informativa mejora constantemente, tanto *on line* como en formato CD-ROM. Aumentan tanto los productores de bases de datos como sus distribuidores (*hosts*). Los empresarios van a tener que familiarizarse con las bases más importantes: Chemical, Abstracts (química), Medline (medicina), Compendex (ingeniería), Inspec (electricidad y electrónica), Biosis (ciencias de la vida), Iberlex (disposiciones de carácter legal españolas y de la Unión Europea), Estacom/ICEX (comercio exterior), Baratz (prensa), WPI/L (World Patent Information-Latest, base de datos privada, gestionada por la empresa inglesa Derwent, que contiene información sobre patentes de treinta países), EPAT (patentes europeas), Eurostat (estadísticas de las Comunidades Europeas), Pascal (base de datos francesa sobre artículos científicos y técnicos), SCI (Science Citation Index, ciencias exactas), SSCI (Social Science Citation Index, ciencias sociales), Datri (oferta de las universidades y los centros de investigación españoles), etc. (Una interesante información sobre las bases de datos se encuentra en Amat, 1994.) El Cuadro 3.2 muestra un modelo de ficha.

La aparición de "pasarelas" (*gateways*) facilita el acceso a los distintos distribuidores mediante un único lenguaje. El usuario se ahorra la necesidad de conocer el lenguaje de interrogación propio de cada distribuidor. En España, el programa SPRITEL, creado para promover la utilización de la telemática en las empresas del País Vasco, constituye un buen ejemplo de *gateway*. SPRITEL tiene su propia red de telecomunicaciones.

Para tratar de forma automática la información contenida en las bases de datos han aparecido programas de *software* que permiten elaborar listas o matrices entre elementos de uno o varios campos.

Estos programas permiten dar respuesta automáticamente a preguntas como, por ejemplo, cuáles son los autores principales en un área, cuáles son las empresas o particulares que patentan más, cuáles son las redes principales que trabajan en una tecnología, etc. No obstante, a pesar de la simplificación mencionada, el acceso a las bases de datos y el conocimiento de sus contenidos -indispensable para hallar la información requerida- continúa requiriendo mucha práctica. Sólo las grandes empresas de sectores muy tecnificados -como las farmacéuticas- y las universidades disponen de personal preparado. Por ello, en general, la mayoría de las empresas encontrará más cómodo recurrir a centros especializados en el suministro de información.

La cienciometría

La cienciometría parte de la base de que los resultados de las investigaciones científicas y técnicas se plasman en forma escrita a través de artículos de revistas, memorias de patentes, actas de congresos... El progreso científico y técnico queda registrado en escritos. El análisis de esta documentación escrita permitirá, pues, descubrir sus características y su evolución.

La cienciometría -o bibliometría- puede definirse como "el conjunto de estudios que tratan de cuantificar el proceso de la comunicación escrita y la naturaleza y evolución de las disciplinas científicas mediante el recuento y análisis de diversas características de dicha comunicación" (Amat, 1994).

Otra definición parecida, debida a Pritchard, es "la ciencia que estudia la naturaleza y curso de una disciplina (en tanto en cuanto dé lugar a publicaciones) por medio del cómputo y análisis de las varias facetas de la comunicación escrita" (Sancho, 1990).

La informática ha facilitado decisivamente el desarrollo de la cienciometría. Sin ella sería imposible el tratamiento manual de la ingente cantidad de información contenida en la documentación escrita. Un acontecimiento importante para el desarrollo de la cienciometría fue la aparición, en 1963, del *Science Citation Index* (SCI), elaborado por el Institut for Scientific Information (ISI) de Filadelfia, que contiene información procedente de unas 3.200 revistas, entre las que, lamentablemente, encontramos muy pocas escritas en español o portugués. Otro paso importante fue la fundación, en 1978, de la revista *Scientometrics*, que recoge las aportaciones y los progresos que se van produciendo en este área.

La cienciometría se basa en el análisis y cómputo de determinados indicadores bibliométricos: autores de artículos, citas que aparecen en la bibliografía de cada artículo, palabras contenidas en los títulos de los artículos o en los resúmenes.... La tabla 3.2 indica los principales indicadores bibliométricos. Mediante estos indicadores bibliométricos se puede determinar, por ejemplo, (Sancho, 1990):

- a) el crecimiento de cualquier campo de la ciencia, según la variación cronológica del número de trabajos publicados en él;
- b) el envejecimiento de los campos científicos, según la "vida media" de las referencias de sus publicaciones;
- c) la evolución cronológica de la producción científica, según el año de la publicación de los documentos;
- d) la productividad de los autores o instituciones, medida por el número de sus trabajos;
- e) la colaboración entre los científicos o instituciones, medida por el número de autores por trabajo o centros de investigación que colaboran;

- f) el impacto o visibilidad de las publicaciones dentro de la comunidad científica internacional, medido por el número de citas que reciben éstas por parte de trabajos posteriores;
- g) el análisis y evaluación de las fuentes difusoras de los trabajos, por medio de indicadores de impacto de las fuentes.

Los mapas tecnológicos

Para la vigilancia tecnológica resultan de gran interés los denominados *mapas tecnológicos*, representaciones gráficas que permiten visualizar los avances tecnológicos que están teniendo lugar, además de proporcionar una idea de cómo evolucionará una tecnología a lo largo del tiempo. Estos mapas permiten detectar tecnologías emergentes y, consiguientemente, nuevas oportunidades. Para apreciar su evolución resulta muy útil comparar un mapa con los correspondientes a períodos anteriores.

Para la elaboración de estos mapas es necesario el análisis de uno o los dos indicadores bibliométricos siguientes: las citas comunes o *cocitaciones* y la *coocurrencia de palabras* (*co-word*).

El análisis de las *cocitaciones* detecta la aparición simultánea de dos citas que se repiten en gran número de artículos. Callon, Courtial y Penan (1993) ponen como ejemplo que si muchos artículos citan a la vez

a Metzger, especialista en inmunología, y a Fröhlich, que trabaja en física electrónica, se está produciendo la aparición de un nuevo campo o *cluster*, que incorpora elementos procedentes de la inmunología y de la física electrónica.

Tabla 3.2 Indicadores bibliométricos y sus funciones

<i>Indicadores bibliométricos de calidad</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Percepciones de los expertos - Calidad de los trabajos científicos
<i>Indicadores bibliométricos de actividad científica</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Número y distribución de público - Dinamismo de un sector - Conocimiento producido por centros de investigación y países - Catalogación de la vida científica de países y instituciones - Productividad de los autores
<i>Indicadores bibliométricos de asociaciones temáticas</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de citas comunes - Clarificación de la estructura de campos de investigación - Determinación de los autores que trabajan en una misma area <ul style="list-style-type: none"> - Estudio de patentes - Análisis de palabras comunes - Detección de las tendencias de canvio científico
<i>Indicadors bibliomètrics d'impacte</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Número de citas recibidas - Medición del impacto de los trabajos de investigación

Fuente: González, 1995

Cuadro 3.1 Modo de ficha del banco de datos Compendex Plus incluido en el distribuidor DIALOG**DIALOG NO: 03917915 El Mothly No: EIP94081363930****Title:** Correlation of structure and electric properties of high temperature superconducting wire with its fabrication conditions**Author:** Ushalov, E.V.; Zamolodchicov, O.G.; Drobysheva, E.K.; Burkhanov, Yu.s.**Corporate source:** Inst Metallurgii im. A.A. Bajkova RAN, Moscow, Russia**Source:** Fizika i Khimiya Obrabotki Materialov n 2 Mar-Apr 1994. p 138-142**Publication year:** 1994**COLDEN: FKOMAT ISSN:** 0015-3214**Language:** Russian**Document Type:** JA; (Journal Article) Treatment Code: X; (Experimental); A; (Applications)**Abstract:** Dependence of high temperature superconducting wire structure and properties on the conditions of thermal and pressure treatment has been studied.

The influence of temperature and time of annealing and of cooling rate on critical temperature and current density of superconductor has been found.

Descriptors: *Superconductivity; Superconducting materials; Wire; Structure (composition); Heat treatment; Annealing; Cooling; Superconducting transition temperature; Deformation.**Identifiers:** High temperature superconducting wire; Pressure treatment; Time of annealing; Cooling rate; Current density; Superconducting wire microstructure.**EI Classification Codes:**

712.1 (Semiconducting Materials)

712 (Electronic & Thermionic Materials)

La *coocurrencia de palabras* estudia la aparición de dos o más palabras en documentos tales como títulos de artículos, resúmenes o *abstracts* de artículos, palabras clave de artículos, memorias de patentes,... La repetición de dos palabras juntas puede indicar también la aparición de una nueva tecnología o un nuevo *cluster*.

La coocurrencia de palabras consiste, pues, en la detección de las palabras clave que caracterizan un tema y en contar la coaparición de éstas. La selección de palabras clave puede realizarse a partir de la clasificación de los descriptores e indicadores que aparecen en cada publicación. Los descriptores son palabras que describen el contenido del documento y que han sido determinadas por quien lleva a cabo la tarea de introducir la información en las bases de datos. Estas palabras están relacionadas en un libro conocido como *thesaurus*, útil para ver la mejor forma de interrogar a la base de datos sobre un determinado tema. Los indicadores o *free terms* contiene las palabras importantes con las que se resume el texto y que pueden o no estar relacionadas en el *thesaurus*. Para la selección de palabras suele ser muy útil, además, contar con el asesoramiento de un experto en el tema.

La contabilización de las coocurrencias de palabras claves permite elaborar el mapa tecnológico. La figura 3.3 muestra un mapa tecnológico que presenta las tecnologías incipientes en el campo de la superconductividad (González, 1995).

Para la construcción de estos mapas se utilizan los siguientes índices (Peters y van Raan 1993, Escorsa y Martínez del Rey 1994, Pelc 1996):

* Índice de Jackard
$$J_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_i + C_j - C_{ij}}$$

donde C_i = frecuencia de la palabra i
 C_j = frecuencia de la palabra j
 C_{ij} = número de coocurrencias de las palabras i y j

* Índice de inclusión
$$I_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_i}$$

* Índice de proximidad
$$P_{ij} = \frac{N C_{ij}}{C_i C_j}$$

dónde N es el número de publicaciones.

El tamaño de los caracteres de cada palabra en el mapa indica la frecuencia relativa de esta palabra. Las distancias entre las palabras y el grueso de las líneas de unión están basados en los valores de los índices de inclusión para parejas de palabras.

Otra posibilidad consiste en trabajar a partir de la *coocurrencia de códigos de clasificación*; cuando en una determinada área se detecta que muchos artículos pertenecen simultáneamente a dos códigos de clasificación es posible que se esté configurando una nueva subárea multidisciplinar.

Los diagramas estratégicos: centralidad y densidad

El análisis de la coocurrencia de palabras permite medir la intensidad de la relación entre dos palabras i y j . Se emplea para ello el índice de equivalencia (Callon, Courtial y Penan, 1993):

$$E_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_i} \times \frac{C_{ij}}{C_j}$$

Este índice se obtiene multiplicando la probabilidad de obtener la segunda palabra cuando aparece la primera por la probabilidad de obtener la primera cuando aparece la segunda. El índice vale 1 cuando la presencia de i acarrea automáticamente la presencia de j y viceversa, es decir, cuando las dos palabras van siempre juntas. Y vale 0 cuando nunca van juntas, o sea que la presencia de una palabra excluye la otra.

Cuadro 3.3 La energía solar en España e Israel

Un reciente estudio ha comparado la investigación sobre energía solar en España e Israel durante el período 1989-1994 a partir de las *coocurrencias* de códigos de clasificación y de palabras en los artículos de la base de datos Compendex.

La investigación española presenta dos áreas sin conexión entre sí. La primera corresponde a actividades en energía solar activa y pasiva, construidas a partir de la física espacial y con una distribución alrededor de cuatro subáreas: matemáticas aplicadas, *software*, meteorología y productos químicos-plantas químicas. Las palabras claves son: radiación solar, ordenadores, técnicas matemáticas, meteorología, transferencia de calor y medidas de temperatura. El segundo campo se concentra en la energía fotovoltaica a través de cuatro subáreas: óptica, baterías-células combustibles, componentes electrónicos y materiales termoiónicos y electrónicos.

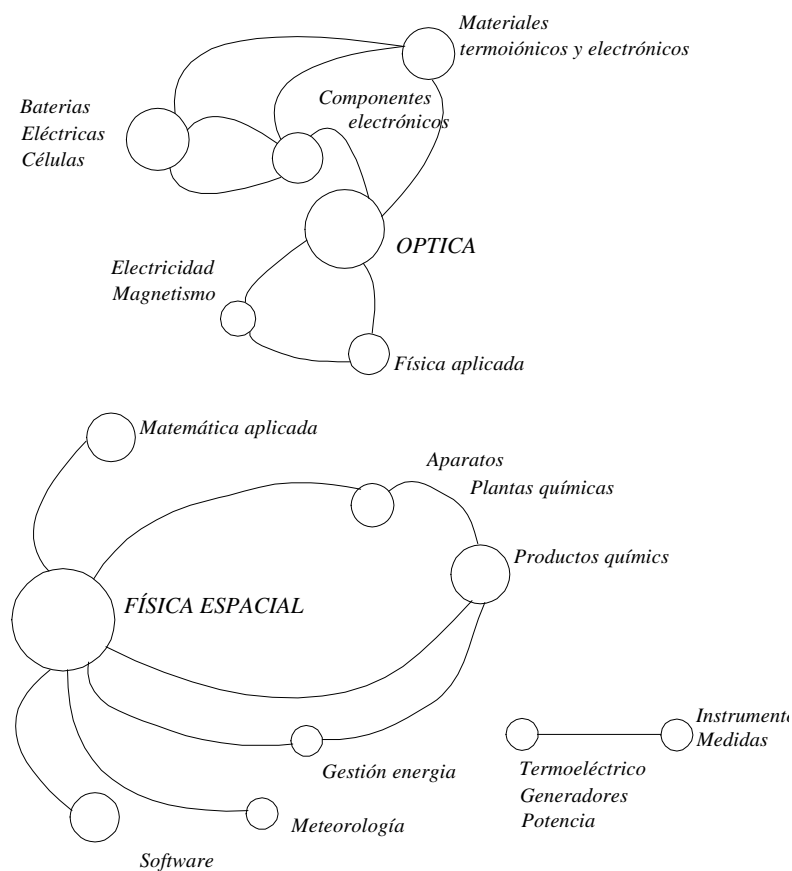
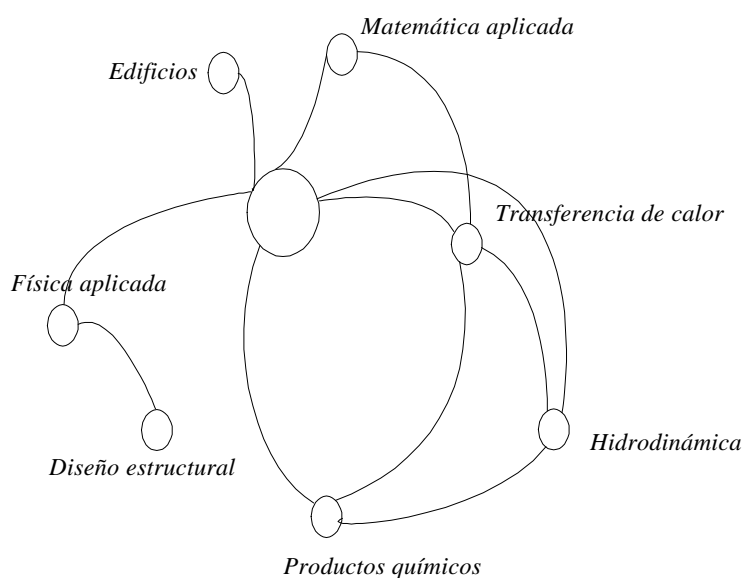


Fig 3.4. Mapa de coclasificaciones de la investigación sobre energía solar en España

Cuadro 3.3 La energía solar en España e Israel (continuación)

La investigación israelita -que cuenta con menos publicaciones- se concentra en el área solar activa y pasiva, observándose una mayor presencia de investigación aplicada o precompetitiva. Las palabras claves son: colectores, colectores parabólicos, edificaciones solares, etc. Se detecta la presencia de cuatro grandes fabricantes de colectores solares. Prácticamente no existe investigación en energía fotovoltaica. Los mapas muestran las relaciones entre las áreas. El tamaño de los círculos está en función de la importancia del campo considerado -número de veces que se menciona el código- mientras que la distancia entre los círculos depende de la *coocurrencia* entre los códigos implicados.

En resumen, mientras que la investigación israelita se concentra en una sola área que cuenta con la colaboración y el estímulo de una industria potente, la investigación española se halla más dispersa, y no se observa ni una estrategia de I+D ni una política definida sobre el papel de la energía solar, ni la presencia de una industria capaz de aprovechar los resultados de esta investigación.



Fuente: Maspons y Rajadell, 1995.

Fig. 3.5 Mapa de coclasificaciones de la investigación sobre energía solar en Israel

Las palabras que aparecen juntas frecuentemente presentarán, por tanto, índices de equivalencia elevados, lo que permite agregarlas en grupos de palabras o *clusters* que forman un tema de investigación. Una vez definidos estos grupos o *clusters* puede calcularse la *centralidad* y la *densidad* de cada uno dentro del conjunto considerado. La centralidad indica si el grupo está conectado a gran número de otros temas, constituyendo un paso obligado, mientras que la densidad mide la intensidad

de las relaciones entre las palabras que componen el grupo. Si las relaciones son fuertes el tema de investigación es coherente e integrado mientras que si son débiles el tema está desintegrado o en vías de formación.

Los *clusters* pueden situarse en un diagrama cuyos ejes sean la centralidad y la densidad. Si el origen de los ejes de coordenadas se sitúa en el punto de valores medios de ambas variables, aparecen cuatro cuadrantes según sea su centralidad alta o baja y su densidad alta o baja.

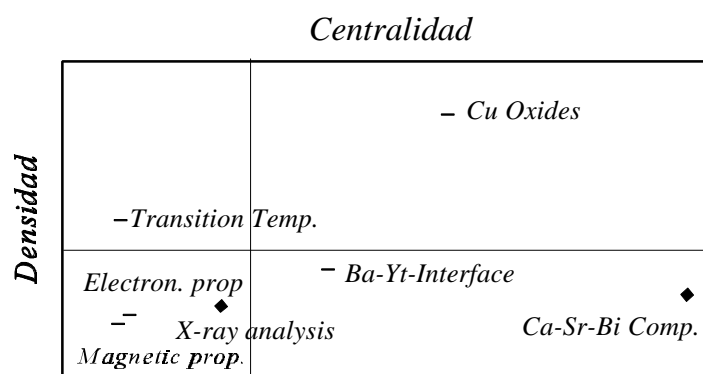
El cuadrante 1 (alta centralidad-alta densidad) representa el núcleo estratégico del conjunto. Probablemente estos temas están siendo estudiados por grupos de investigadores bien estructurados.

El cuadrante 2 muestra artículos muy diferentes uno de otro (baja densidad) pero muy relacionados con otros *clusters* (alta centralidad). Pueden evolucionar hacia el cuadrante 1; a menudo se trata de temas prometedores cara al futuro.

El cuadrante 3 (alta densidad-baja centralidad) corresponde a temas bien desarrollados aunque periféricos. Tal vez se trata de temas que fueron centrales en períodos anteriores y que han ido evolucionando hacia la marginación.

Por último, el cuadrante 4 (baja centralidad-baja densidad) representa *clusters* a la vez periféricos y poco desarrollados.

La figura 3.6. muestra el diagrama estratégico correspondiente a la superconductividad.



Fuente: González, 1995, Escorsa y Maspons, 1996

Fig. 3.6 Mapa tecnológico sobre la superconductividad

4 Herramientas para la innovación: la creatividad

4.1 La creatividad

En un capítulo anterior se definió la innovación como “la transformación de una idea en algo vendido o usado”. Las ideas son como las materias primas a partir de las que se consiguen las innovaciones. Sin las ideas la innovación no es posible. Algunos estudios llegan a cuantificar en 60 el número de ideas que se necesitan para obtener una innovación, aunque este dato no es muy relevante ya que, en general, las ideas son muy heterogéneas, de difícil comparación y de diferente grado de importancia.

La obtención de ideas de calidad se convierte entonces un tema de la máxima importancia. Se necesitan buenas ideas para generar nuevos productos, para resolver problemas, para tomar decisiones acertadas... Las ideas pueden tener diferentes procedencias, como el comentario de un cliente, la visión de un producto de la competencia en una feria de muestras o la información que proporciona la moderna vigilancia tecnológica. Pero ahora nos referiremos sobretudo a las ideas originales que no proceden del exterior sino que se generan en el interior de la mente humana. La creatividad se puede definir precisamente como “el proceso mental que ayuda a generar ideas” (Majaro, 1992). Para Hubert Jaoui la creatividad es “la actitud para crear”, y también “un conjunto de técnicas y metodologías susceptibles de estimular y de incrementar nuestra innata capacidad de crear, desarrollándola y canalizándola”.

Otros autores definen la creatividad oponiéndola a la inteligencia convergente o capacidad de razonar lógicamente. Para Díaz Carrera, por ejemplo, la creatividad equivale a “la capacidad de generar ideas, y se mide por la fluidez, la flexibilidad y originalidad de estas ideas. La creatividad es sinónimo de inteligencia divergente”. Otras definiciones van en la misma línea: “Crear es buscar nuevas soluciones a viejos problemas mediante métodos no lógicos” (Carlos Barceló) o “Creatividad es la habilidad para abandonar las vías estructuradas y las maneras de pensar habituales y reunir secciones de conocimiento y experiencia no conectados previamente para llegar a una idea que permita solucionar un determinado problema” (Horst Geschka).

Las empresas excelentes han aprendido a seleccionar y aprovechar las ideas creativas tanto externas como internas y a gestionar la innovación de manera sistemática. Cabe remarcar, no obstante, que a la creatividad no siempre le sigue automáticamente la innovación; las ideas son solamente las materias primas para la innovación, pero no la producen inevitablemente. De una forma parecida, es posible

que una empresa sea innovadora a pesar de un bajo nivel de creatividad interna. En este caso la empresa innova a partir de ideas procedentes de fuentes exteriores: comprando licencias de patentes, utilizando consultores, subcontratando programas de investigación o bien, sencillamente, copiando. Sin embargo, las empresas que presentan simultáneamente mucha creatividad y elevada capacidad de gestión de las innovaciones son las que tienen más probabilidades de éxito.

La creatividad humana tiene siempre una vertiente misteriosa, artística, a menudo con componentes irracionales. No es raro que suscite interrogantes como:

- ¿Es una facultad innata o se puede adquirir?, es decir, ¿los creativos nacen o se hacen?
- ¿Cómo son las personas creativas?
- En el caso de que la creatividad se pueda aumentar, ¿cómo puede conseguirse?
- ¿Cómo puede influir la dirección en la creatividad de la empresa?
- ¿Puede verse la creatividad actual ahogada por la burocracia?

Intentaremos responder estas cuestiones en los apartados siguientes. La historia empresarial está llena de casos en que dirigentes creativos han conseguido convertir empresas sumergidas en la rutina y el estancamiento en altamente innovadoras.

4.2 La intuición

Generalmente se cree que el pensamiento racional, comprobado empíricamente, es el único camino hacia el conocimiento. Este pensamiento funciona bien cuando: a) se pueden controlar todas las variables que afectan al fenómeno que se está considerando, b) se puede medir, cuantificar y definir con precisión, y c) se dispone de información adecuada y completa (Golberg, 1983). En el campo científico que trata de los problemas de la materia, es posible que estas condiciones se cumplan razonablemente bien.

Pero a menudo estas condiciones no se dan en el complejo mundo actual, en el que los aspectos inmateriales son importantes. Ni los problemas están bien definidos ni se conocen o se controlan todas las variables, ni se pueden medir, ni se dispone de una información completa. Un enfoque exclusivamente racional no permite tener en consideración los factores relacionados con la conducta humana, como los valores, la moral o la motivación.

En estas situaciones hay que utilizar la intuición, definida por Philip Golberg (*The intuition edge*, 1983) como “el acto o facultad de conocer directamente, sin utilizar procedimientos racionales”. Se puede aplicar a una forma de tratar los problemas informal, poco estructurada y poco exacta, que contrasta con el estilo más voluntarista, ordenado y sistemático conocido como racional o analítico. La persona intuitiva necesita menos información que las otras para llegar a una buena conclusión. El conocimiento intuitivo no está mediatizado por procedimientos racionales conscientes o deliberados, ni se obtiene a través de la aplicación de reglas específicas, sino que a menudo aparece de repente, como un *flash* inexplicable, sin que sepamos exactamente cómo y de dónde ha venido. No hay necesidad de decir que la relación entre intuición y creatividad es muy estrecha.

José Antonio Marina (*Teoría de la inteligencia creadora*, 1993) indica que la psicología popular acepta que hay personas que encuentran las cosas antes que los otros y con menos información. Tener “intuición” es sinónimo de tener “ojo clínico”, “vista para los negocios”, “olfato periodístico” o, sobretodo, “un sexto sentido”.

Por otro lado, se constata, hasta en el terreno de la ciencia, que tampoco los grandes descubridores han seguido al pie de la letra el método lógico sino que la inspiración les ha llegado por caminos poco racionales. El cuadro muestra que la manera de crear de científicos como Watt, Kekulé o Fleming no es muy diferente de la de músicos como Mozart o Paul McCartney o escritores como Julien Green.

De hecho, el mismo Einstein indicó que “no hay caminos lógicos para descubrir las leyes de la naturaleza; sólo la intuición puede alcanzarlas”. Karl Popper, el prestigioso investigador de la metodología de la ciencia, se muestra también radical: “No hay un método lógico para obtener nuevas ideas. Cada descubrimiento contiene un elemento irracional, una intuición creativa”. El supuesto método científico o racional no existe en la realidad. La intuición es necesaria, hasta para formular las hipótesis, encontrar los hechos, diseñar los experimentos o interpretar los datos que llevan a los descubrimientos científicos.

Aunque quizás no lo parezca, la intuición y el razonamiento racional son complementarios. La intuición no viene de la nada sino que requiere un trabajo racional previo, intenso y consciente. Esta fase llamada “de preparación” es absolutamente imprescindible. Cuanto más trabajado, definido y acotado esté el problema, mejor podrá actuar la intuición para resolverlo. Marina, que se muestra crítico respecto al papel de la inspiración, da en cambio gran importancia a la preparación: “Los grandes creadores manejan siempre más información que los otros: datos, lecturas, recuerdos, anécdotas, imágenes... El creador es una esponja informativa”.

El poeta Rilke habla de este trabajo preparatorio (Marina, 1993):

“Para escribir un solo verso, hace falta haber visto muchas ciudades, muchos hombres y muchas cosas; hace falta conocer los animales, hace falta haber sentido el vuelo de los pájaros y saber qué movimientos hacen las flores cuando se abren por la mañana. Es necesaria recordar muchas noches de amor, todas diferentes, y gritos de mujeres con dolores de parto. Y haber estado al lado de gente que se muere, y al lado de un muerto, al lado de una ventana abierta, por la que llegarán, de vez en cuando, los ruidos del exterior. Y tampoco es suficiente con tener recuerdos. Hace falta saber olvidarlos cuando son muchos, y hace falta la inmensa paciencia de esperar a que vuelvan. Porque no sirven los recuerdos. Se han de convertir en sangre, mirada, gesto; y cuando ya no tienen nombre, ni se distinguen de nosotros, entonces puede pasar que, en un cierto momento, brote de ellos la primera palabra de un verso”.

Los ejemplos muestran que a menudo la intuición actúa cuando el creador no se encuentra en el lugar de trabajo sino en una situación más relajada: un viaje, un paseo solitario, en el coche, en la cama, meditando en silencio... El *flash* de la intuición acostumbra a producirse en la fase denominada de *incubación*, que sigue a la fase de trabajo intenso, de preparación, antes indicada. Delante de un problema se aconseja la programación de un periodo de incubación, que reúna las condiciones propicias para la irrupción de la intuición. Es necesario confesar que estas condiciones favorables son

Cuadro 4.1 ¿Cómo viene la inspiración?

James Watt había trabajado intensamente durante dos años tratando de mejorar el rendimiento de la máquina de vapor de Newcombe para hacer posible su utilización industrial sin conseguirlo. Un sábado por la tarde, mientras paseaba relajadamente, le vino la idea de conectar el cilindro de la máquina, lleno de vapor, con un recipiente dónde se hubiera hecho el vacío, que aspiraría el vapor e impediría que se condensara en el cilindro enfriándolo de nuevo, causa del bajo rendimiento de la máquina. Esta idea originó la primera máquina de vapor con aplicación industrial (Golberg, 1983).

Friedrich August von Kekulé intentaba descifrar la estructura del benceno, C_6H_6 , sin encontrar la solución. Un buen día, se fue a dormir y soñó. Después describió su sueño de forma muy precisa: "Los átomos daban saltos con ondulaciones y contorsiones de serpiente,... De repente, una de las serpientes se mordió la cola sin parar de girar,... Me desperté". El sueño le dio la idea de la estructura molecular en anillo, parecida a la serpiente que se muerde la cola. Esta estructura es considerada uno de los descubrimientos más grandes de la química orgánica (Cegarra, 1992).

Mozart escribió en una carta que "cuando estoy completamente sólo y de buen humor - viajando en un carruaje, o paseando después de una buena comida, o durante la noche, cuando no puedo dormir -, es cuando tengo ideas más abundantes y mejores. No sé de dónde vienen ni cómo vienen, ni lo que se ha de hacer para forzar que vengan" (Golberg, 1983).

Alexander Fleming se dio cuenta, en su laboratorio, que en algunos cultivos bacterianos contaminados por polvo y porquería las bacterias se morían. En lugar de limitarse a tirar estos cultivos, Fleming se preguntó "¿Porqué se mueren estas bacterias?, y descubrió que unos hongos las mataban. El accidente llevó a la obtención de la penicilina (Golberg, 1983).

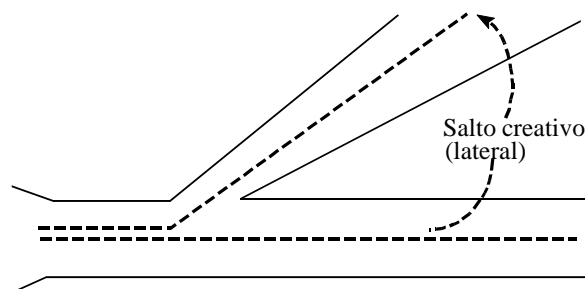
El escritor francés Julien Green había estado reuniendo durante años, de forma imprecisa e involuntaria, materiales diversos sobre un tema que le interesaba: recuerdos, noticias, experiencias,... Un día, de repente, se le ocurrió la idea de su novela *Moira*: "Esta madrugada me he despertado y he visto mi libro, del principio al fin" (Marina, 1993).

Paul McCartney explicó recientemente que escuchó en sueños la melodía de *Yesterday* y que al despertarse, cómo tenía un piano en la habitación, repitió sin dificultad la música que todavía recordaba (Muñoz Molina, 1995).

difíciles de encontrar en la vida urbana actual donde, en medio de un bombardeo constante de los sentidos, el silencio es un lujo y el contacto con la naturaleza se hace muy complicado.

De Bono (1970, 1987, 1994) ha acuñado el concepto de *pensamiento lateral*, que se utiliza a menudo como sinónimo de pensamiento creativo. El pensamiento lateral se define como "el intento deliberado de resolver problemas mediante métodos no ortodoxos o aparentemente ilógicos". Su razonamiento es el siguiente: todo lo vemos de una determinada manera, esperamos que todo se haga de una determinada forma. Pero para encontrar soluciones o enfoques nuevos hemos de cambiar de percepción, hemos de ver las cosas de otra manera. Para hacerlo, nos hemos de desplazar "lateralmente" para probar diferentes puntos de vista, experimentar diferentes conceptos. Desde el camino lateral podemos retroceder hacia el punto de partida - tal como muestra la figura 4.1 - y conseguir la intuición creativa o la nueva idea.

La resolución de un problema se puede estructurar, entonces, en las etapas siguientes:



Fuente: De Bono, 1970, 1987, 1994

Fig. 4.1 Pensamiento lateral y salto creativo

- a) *Preparación.* Llenar la mente con la información pertinente e identificar los aspectos relevantes del problema. Esfuerzo intenso y concentrado para resolverlo.
- b) *Incubación.* Desviar la mente para permitir que el subconsciente resuelva el problema. Crear un entorno que estimule el subconsciente a generar soluciones. Pasear voluntariamente por caminos “laterales”, con la ayuda de determinadas herramientas (ver el apartado 4.5).
- c) *Intuición.* Aparecen posibles soluciones. Sensación de exaltación: ¡Eureka! ¡Lo he encontrado!
- d) *Evaluación.* Análisis de la viabilidad de las ideas generadas en la etapa anterior.

Si se acepta este esquema es evidente que no hay oposición sino complementariedad entre la intuición y el razonamiento racional. Incluso se puede afirmar que, de alguna manera, la intuición ha pasado a formar parte del pensamiento racional. La creatividad tiene su lógica. A pesar del atractivo del esquema anterior, creemos oportuno hacer una llamada a la prudencia. La intuición no siempre acierta. Ha aportado ideas luminosas pero también ideas completamente equivocadas. En especial, los presentimientos - *corazonadas* - son muy peligrosos y pocas veces se cumplen. Incluso grandes genios han reconocido que la intuición les ha llevado a menudo a graves equivocaciones. La intuición tiene siempre un componente de oscuridad, de ambigüedad. Quizás lo único que se puede hacer es intentar evaluar las ideas fruto de la intuición mediante los métodos tradicionales racional-empíricos. Esta evaluación conformaría la cuarta etapa.

No podemos acabar este apartado sin presentar una innovadora teoría de la inteligencia creadora elaborada recientemente por Marina (1993). Según este autor, el proceso creador empieza por la elección de un proyecto. El creador quiere actuar e inventa o escoge un proyecto con el que tiene un fuerte lazo afectivo. Se propone llegar desde un estado inicial a un estado final o meta. El examen de las posibles soluciones para cruzar este vacío se llama búsqueda. En la actividad de búsqueda el creador utiliza todos sus recursos: recuerda, mezcla, relaciona, copia, hace tonterías... Encuentra los

datos de todas las fuentes aprovechables: la memoria, la información codificada, la realidad... Se convierte en una esponja. El creador siempre busca, de forma consciente o inconsciente, dirigido por un proyecto determinado o por un anchísimo proyecto vital que denomina vocación. “Este complicado juego de propósitos, vaguedades, certezas, preferencias, cálculo y sentimiento, es el proceso creador”.

Cuadro 4.2 Pensamiento duro *versus* pensamiento suave

Pensamiento suave	Pensamiento duro
<i>Metáfora</i>	<i>Lógica</i>
<i>Sueño</i>	<i>Razón</i>
<i>Humor</i>	<i>Precisión</i>
<i>Ambigüedad</i>	<i>Coherencia</i>
<i>Juego</i>	<i>Trabajo</i>
<i>Aproximado</i>	<i>Exacto</i>
<i>Fantasía</i>	<i>Realidad</i>
<i>Paradoja</i>	<i>Directo</i>
<i>Difuso</i>	<i>Centrado</i>
<i>Empuje</i>	<i>Análisis</i>
<i>Generalización</i>	<i>Específico</i>
<i>Joven</i>	<i>Adulto</i>

Si preguntáramos al lector que columna de palabras refleja el pensamiento duro y cuál el suave, con toda seguridad nos respondería correctamente que la columna izquierda corresponde al pensamiento suave y la derecha al duro. Pensamiento duro y suave son conceptos propuestos por Roger von Oech (1987),

Los conceptos duros son muy concretos, sin ambigüedad, mientras que los suaves admiten muchas más matizaciones. El pensamiento suave tiene muchos de los aspectos aparecidos en su columna: es metafórico, aproximado, difuso, gracioso, juguetón y soporta contradicciones. En contraposición, el pensamiento duro tiende a ser rigurosamente lógico, preciso, exacto, específico y coherente.

Los dos tipos de pensamiento juegan un papel muy importante en el proceso innovador, pero actúan en fases o etapas diferentes. El pensamiento suave es más efectivo en la fase de incubación, cuando se están buscando nuevas ideas. En cambio, el pensamiento duro es conveniente tanto en la etapa de preparación como en la etapa de evaluación, así como también en el proceso de llevarlas a la práctica, hasta que se convierten en innovaciones.

El novelista Muñoz Molina se expresa de forma similar:

“Uno siente también muchas veces que el libro que todavía no ha escrito, pero que ya está empezando a imaginar, es un principio o un germen o un fragmento de un sueño, una promesa que puede no cumplirse, un regalo o una conjetura de alguna cosa que necesitará para existir no sólo de todo nuestro entusiasmo y nuestra paciencia sino también de una parte de sonambulismo y buena suerte, la buena suerte y la astucia que dicen que tienen los sonámbulos para caminar fuera de peligro. La literatura, como las canciones, ha de ser a la vez un sueño realizado y un trabajo bien hecho”.

4.3 La persona creativa

La creatividad se muestra por las ideas generadas, por los hechos. Es muy difícil identificar una persona creativa *a priori*, sin ver su producción. Varios autores (Westcott, 1968; Smith, 1985; Díaz Carrera, 1991,...) han estudiado las cualidades de las personas creativas - o intuitivas, que es lo mismo - llegando al “retrato robot” siguiente: son personas con ideales, soñadoras, intelectualmente curiosas, con alegría de vivir y buen sentido del humor y de la estética, sensibles, autosuficientes, con sentido crítico y de la comunicación, tozudas, orgullosas, narcisistas, ambiciosas, simpáticas, tolerantes, con ganas de triunfar y mucha confianza en ellas mismas, dinámicas y jóvenes de espíritu. Poseen talentos múltiples, gran independencia de criterio, capacidad para consagrarse intensamente a un trabajo y motivación y voluntad para afrontar los desafíos. Algunos otros aspectos de los creativos son: no seguir a ciegas los caminos demasiado conocidos, recurrir a conocimientos interdisciplinarios, saber escuchar, dudar sistemáticamente de la infalibilidad de las soluciones propias, integrar y aceptar las opiniones de los otros,...

¿Es posible conseguir estas bellas cualidades? ¿O son innatas? La respuesta no es contundente. En todo caso parece que la creatividad dependa más de la trayectoria educativa y del ambiente donde se ha vivido que de la base genética. Por regla general, los creativos han estado de pequeños “expuestos a la diversidad” y sus padres presentan un nivel cultural y un grado de apertura intelectual superior a la media. La escuela no siempre ha ayudado; con cierta frecuencia los creativos no han encajado en escuelas y/o universidades que los ahogaban, y se han visto obligados a abandonarlas. Un hecho notable: para ser creativo no se requiere un elevado coeficiente de inteligencia IQ (no hay correlación inteligencia-creatividad). En cambio, es obligatoria una larga experiencia laboral; la mayor parte de los genios de la pintura y de la música han necesitado más de 10 años de trabajo durísimo antes de producir sus obras maestras (Smith, 1985).

Las cualidades anteriores tienen un punto de partida común. Díaz Carrera (1991) considera que la creatividad personal requiere en primer lugar una decisión personal e irrevocable de ser “uno mismo”, es decir, de autorrealizarse. Comienza, por tanto, dentro de uno mismo, cuando se acepta salir de la zona de confortabilidad y adentrarse en terreno desconocido. La persona dotada de equilibrio emocional que asume este reto, adoptando una actitud activa, puede ser considerada creativa.

Sin este proceso de cambio interior es prácticamente imposible llegar a la creación. La creatividad no puede ser impuesta. El creador ha de estar animado por un deseo o necesidad de crear que venga de su interior (Golberg, 1983). Existe un elemento “visionario” en el comportamiento de las personas creativas. Parecen motivadas por una especie de obsesión por objetivos distantes (Kets de Vries, 1996).

Examinemos ahora otro aspecto del proceso creador. En el largo debate que pretende aclarar si la creatividad es innata o si se puede desarrollar han aparecido continuas referencias al papel del cerebro humano que, como el lector recordará, está dividido en dos mitades o hemisferios.

La polémica se remonta a los años cuarenta y cincuenta, cuando aparecieron diversos trabajos sobre el funcionamiento del cerebro, entre ellos el del premio Nobel norteamericano Roger Sperry. Según

los expertos, todo lo que puede decirse actualmente con seguridad es que el hemisferio izquierdo tiene una cierta ventaja en aspectos como el lenguaje y la comprensión de las reglas gramaticales y del significado de las palabras, mientras que el hemisferio derecho parece más especializado en cuestiones como la expresión y el control de las emociones o la identificación de imágenes. Otros estudios añaden que el hemisferio izquierdo controla mejor procesos secuenciales o lineales mientras que el derecho prefiere los simultáneos o no lineales.

A partir de estas pocas diferencias probadas, más bien vagas, los *media* han exagerado y distorsionado el papel de los hemisferios. Han atribuido al izquierdo los aspectos realistas, científicos, lógicos y racionales y han localizado en el derecho los sentimientos, la imaginación, los sueños y la intuición. Esto ha inducido a creer durante mucho tiempo que los genios científicos o matemáticos tienen predominio del hemisferio izquierdo mientras que en los artistas predomina el derecho. Golberg comenta que “nadie sabe cómo funciona la intuición, pero mucha gente cree conocer dónde se localiza: en el hemisferio derecho del cerebro”.

Hoy se considera que esta opinión popular es una exageración injustificada. Se tiende a pensar que la intuición no “reside” sólo en el hemisferio derecho sino que necesita también funciones más propias del izquierdo, como el lenguaje. La creatividad no es, pues, prerrogativa de las individuos con predominio del cerebro derecho. El cerebro es capaz de tareas infinitamente más complejas de lo que se pensaba. Hace falta admitir, con humildad, que los conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro son todavía muy elementales (Golberg 1983, Majaro 1992).

4.4 La organización creativa

Algunos empresarios atribuyen el éxito de su empresa a la posesión de una capacidad crítica, a un programa de reingeniería, a un sofisticado sistema de información,... Pero aunque estos aspectos puedan ser importantes, el activo más valioso de una empresa es siempre el talento creativo de sus empleados.

Los individuos creativos sólo pueden desarrollar su potencial dentro de organizaciones creativas, donde encuentren un clima que los estimule. Una organización autoritaria, burocrática, rutinaria e indiferente a las nuevas ideas hará imposible su actuación. El creativo se aburrirá y se frustrará, o bien abandonará la empresa.

Un problema importante es que las organizaciones no están previstas para lo imprevisto (Cabanelas, 1995). Las estructuras estables producen y preservan su propia estabilidad, oponiéndose a su propio cambio. La creación implica un poco de desorden, un poco de flexibilidad, dejar algún lugar para el azar. La innovación supone, pues, que el directivo introduzca o permita voluntariamente un poco de desorden y de imprevisto en el funcionamiento de su empresa, incorporando un nuevo nivel, una nueva dimensión: la de la mutación, es decir, la capacidad de crear y de cambiar. Los directivos que triunfan quieren conseguir cosas nuevas, y se apasionan por el cambio.

El clima es apropiado cuando todos, al margen de su puesto en la jerarquía, hablan con entusiasmo de ideas e innovaciones (Majaro, 1992). El lema de *Hewlett-Packard*, una de las empresas más innovadoras del mundo, es : “Gente innovadora en todos los niveles de la organización”. La empresa ha de contar con un sistema eficaz de comunicación de ideas en todos los niveles. Van der Meer (1992) ha sintetizado algunos aspectos referentes al clima innovador (tabla 4.1).

Henry Mintzberg (1993) ha sido uno de los autores que más ha estudiado las organizaciones innovadoras. Según Mintzberg, la innovación exige hoy una configuración muy flexible, capaz de desarrollar proyectos *ad hoc*. De aquí proviene la palabra *adhocracia*, utilizada, opuesta a burocracia, para designar estas organizaciones innovadoras. Sus características principales son:

- descentralización
- orientación a las necesidades de los clientes
- funcionamiento por proyectos
- formación de equipos pluridisciplinares para cada proyecto
- organización matricial, con jefes de proyecto
- organigramas muy planos, estructura poco jerarquizada
- comunicaciones internas extremadamente fluidas, informales
- poder basado en el conocimiento, no en la autoridad
- redefinición constante, descubrimiento constante de nuevos mercados y oportunidades.
- uso de la subcontratación.

En estas condiciones, la tarea prioritaria de la dirección consiste en asegurar un flujo constante de nuevos proyectos. En cambio, no se dedica mucho tiempo a la formulación de estrategias explícitas, ya que más bien se cree que, en un entorno complejo e imprevisible como el actual, no se puede depender de un estrategia deliberada. Según Mintzberg parece como si las estrategias se conformasen espontáneamente.

Para llegar a conseguir esta nueva atmósfera creativa y este tipo de organización, el proceso debe empezar desde arriba, es decir, desde la alta dirección. El compromiso de los directivos debe ser total.

Al final chocamos fatalmente con la figura del máximo responsable de la organización. Esta persona ha de servir de modelo, comprometerse con determinados valores, concretar una misión que incluya un proyecto viable (no solamente ganar dinero), y crear, animar e ilusionar al equipo humano. Se le exigen, pues, cualidades de líder, tales como el carisma o la credibilidad. El líder ha de ser, él mismo, un creador. Incluso Díaz Carrera (1991) considera imprescindible una “sobreabundancia de plenitud personal abocada al exterior”. En definitiva, el líder ha de impulsar de manera creativa, ética y prospectiva el cambio y la innovación en la empresa. Existe una relación muy estrecha entre creatividad, innovación y liderazgo.

Tom Peters (1993) subraya los aspectos siguientes: “Los creadores de organizaciones innovadoras eficaces son muy entusiastas. Este sentimiento se transmite a toda la empresa y se transforma en excitación, pasión, energía. Sólo se obtienen victorias con pasión, fe y entusiasmo. Si la pasión, la fe,

el valor y la habilidad están ausentes, las herramientas se convierten en una manifestación más de la burocracia”.

Tabla 4.1 Algunos aspectos del clima innovador

<i>Clima desfavorable</i>		<i>Clima favorable</i>
<i>corto</i>	<i>horizonte</i>	<i>largo</i>
<i>excluida</i>	<i>rebelión</i>	<i>aceptada</i>
<i>castigados</i>	<i>errores</i>	<i>tolerados</i>
<i>formal</i>	<i>comunicación</i>	<i>informal</i>
<i>excluida</i>	<i>incertidumbre</i>	<i>aceptada</i>
<i>análisis</i>	<i>planificación</i>	<i>acción</i>
<i>medios</i>	<i>planificación</i>	<i>oportunidades</i>
<i>cerrada</i>	<i>cooperación ext.</i>	<i>abierta</i>
<i>autocrática</i>	<i>toma de decisiones</i>	<i>participativa</i>
<i>interna</i>	<i>orientación</i>	<i>externa</i>
<i>vaga</i>	<i>estrategia</i>	<i>clara</i>

Fuente: Van der Meer, 1992

4.5 Herramientas para estimular la creatividad

Según De Bono (1994), el *flash* intuitivo espontáneo es un regalo. Si no se produce hace falta proseguir con los esfuerzos creativos deliberados. Actualmente se cuenta con un buen número de herramientas que, de forma artificial, intentan reproducir las condiciones adecuadas para que se generen ideas creativas. Algunas de estas herramientas se remontan a los años treinta y cuarenta. En general, tratan de situar el pensamiento, de forma sistemática, en los caminos laterales antes indicados. A continuación se pasará revista a algunas de las herramientas más importantes:

4.5.1. La lluvia o tormenta de ideas (*Brainstorming*)

El *brainstorming*, creado por Alex Osborn durante los años cincuenta, es, sin duda, la herramienta más popular. Puede definirse como “una técnica mediante la cual un grupo de personas intenta encontrar soluciones a un problema específico, generando ideas de forma espontánea”.

Durante las reuniones de *brainstorming* no se distinguen ni critican las ideas que van apareciendo. Todo está permitido, incluso las ideas más absurdas y desbaratadas, que van fluyendo libremente por asociación. Esta atmósfera relajada e informal, libre de todo espíritu crítico, es básica. Los participantes no se han de sentir nunca cohibidos. Osborn creía que no se puede ser creativo y crítico al mismo tiempo. La evaluación de las ideas generadas se hace posteriormente. Se cree que un grupo de *brainstorming* eficaz puede generar hasta 150 ideas en una sesión de 20 minutos (Majaro, 1992).

A pesar de su popularidad, esta herramienta no ha estado exenta de críticas. De Bono, por ejemplo, considera que el *brainstorming*, con su facilidad aparente, ha bloqueado el desarrollo de técnicas de pensamiento más serias, voluntaristas y sistemáticas. Por otro lado, De Bono sostiene que el trabajo en solitario produce más y mejores ideas que el trabajo en grupo.

Cuadro 4.3 ¿Cómo eliminar los obstáculos mentales que bloquean la creatividad?

Todos tenemos mecanismos que bloquean nuestro pensamiento y lo mantienen en sus moldes tradicionales. Diez obstáculos son especialmente peligrosos:

1. La respuesta correcta

La vida es ambigua, ofrece muchas respuestas correctas. No debemos conformarnos con la primera respuesta. No hay nada más peligroso que una idea cuando no se dispone de ninguna otra. Nuestro pensamiento es más eficaz cuando consideramos diferentes puntos de vista. La creatividad puede definirse como “la búsqueda de alternativas” (de Bono, 1994).

2. Esto no es lógico

Conocemos ya las diferencias entre pensamiento duro y pensamiento suave. El segundo es muy indicado para suscitar ideas, especialmente cuando se utiliza la metáfora.

3. Siga las reglas del juego

Una estrategia eficaz consiste en jugar a ser revolucionario, desafiando las reglas. Casi en todos los avances de la ciencia alguien ha desafiado las reglas y ha intentado un nuevo enfoque.

4. Sea práctico

A menudo las ideas poco prácticas conducen a ideas originales y prácticas. Cultive su imaginación. Tómese tiempo para hacerse preguntas del tipo: ¿qué pasaría si?

5. Evite la ambigüedad

Las situaciones pueden interpretarse de formas distintas. Un exceso de especificidad puede ahogar la imaginación. Una manera de encontrar la segunda respuesta correcta es ver el lado ambiguo de las cosas y contemplar más de un significado. El humor ayuda a ver las cosas de forma diferente.

6. Equivocarse es malo

Si somos innovadores hemos de aceptar que alguna vez nos equivocaremos. Los errores nos indican cuando hemos de cambiar de dirección; se han de aprovechar para extraer lecciones de ellos. Los errores por omisión son los peores; el único que nunca se equivoca es el que no hace nada.

7. Jugar es una frivolidad

Un entorno divertido es mucho más productivo que un entorno rutinario. Ser serio no es importante; lo que es fundamental es ser serio en las cosas importantes.

8. No es mi especialidad

La “fertilización cruzada” consiste a transferir conocimientos de una especialidad a otra. Es muy aconsejable “cazar” ideas fuera del área propia de especialización (cine, historia, viajes...).

9. No haga el ridículo

La presión del grupo puede inhibir la originalidad y las nuevas ideas, y hacernos volver conformistas. De vez en cuando no tengamos miedo a “hacer el payaso”.

10. Yo no soy creativo

Las personas que piensan así se limitan porque creen equivocadamente, que la creatividad no está a su altura sino que es un don exclusivo de los genios. Se ha de creer en el valor de las propias ideas.

Fuente: von Oech, 1987

4.5.2 La sinéctica

William Gordon y George Prince desarrollaron la técnica denominada sinéctica, palabra derivada del griego que significa “unión de elementos diferentes y aparentemente irrelevantes”. La sinéctica trata de detectar problemas similares al que nos ocupa para ver si a partir de la manera cómo se resolvieron, en la naturaleza o en otras áreas, es posible extraer lecciones para nuestro problema.

La sinéctica se basa, pues, en la *analogía* entre un problema sin resolver y otro similar con solución conocida. Se trata de buscar comparaciones con otros casos, problemas o soluciones que por analogía puedan proporcionar ideas.

El proceso analógico comprende las etapas siguientes (Demory, 1991):

- a) Definir el problema de la manera más general y más abstracta posible. Por ejemplo, el problema de cómo soldar dos metales incompatibles se convierte en “cómo hacer que se unan dos cuerpos extraños el uno con el otro”.
- b) Trasladar el problema a todos los terrenos posibles, reales o imaginarios. Esta fase es facilitada por expresiones como: “esto me hace pensar en...” o “es como...”. En nuestro ejemplo pueden servir “el mejillón que se pega en la roca” o “el río que se funde con el mar”.
- c) Escoger entre todas las analogías posibles, aquellas que se tendrán en cuenta.
- d) Descodificar: analizar las analogías seleccionadas para extraer ideas.
- e) Relacionar estas ideas con el problema e intentar encontrar soluciones útiles.

De hecho, es como si se realizara un “viaje” por terrenos desconocidos, con la ayuda de la analogía, aterrizando después sobre el problema inicial.

4.5.3 Palabras al azar

Es un método muy usado por profesionales de la publicidad. En una sesión de grupo, similar a la de un *brainstorming*, una vez definido el problema, se lo pone sucesivamente en relación con palabras sacadas al azar de un diccionario, un libro, un periódico o un listado elaborado previamente. Algunos proponen establecer una lista de 60 palabras y escoger de entre ellas la que corresponda al segundo marcado por la aguja de un reloj. Las palabras actúan como provocadoras de asociaciones nuevas, que desvían de los caminos habituales del pensamiento. Cada una de estas asociaciones puede engendrar ideas capaces de solucionar el problema.

De Bono explica que en una ocasión en que se encontraba planeando la formación de maestros en un país que los necesitaba muy urgentemente, utilizó la herramienta de las palabras al azar. La palabra fue “renacuajo”. Los renacuajos tienen cola, de manera que se podía encadenar a “los maestros tienen

Cuadro 4.4 Seis sombreros para pensar

Para tratar de solucionar un problema, De Bono propone examinarlo sucesivamente desde seis ángulos, pensando que esta multiplicidad aumentará la probabilidad de encontrar una buena solución. Es como “ponerse” seis sombreros, uno detrás del otro. Ponerse un gorro implica usar un cierto tipo de pensamiento.

Sombrero blanco: El blanco es neutro y objetivo. El gorro blanco se ocupa de hechos objetivos y de cifras ¿Qué información tenemos? ¿Cómo la obtendremos?

Sombrero rojo: El rojo sugiere ira, furia, emociones, sentimientos. El sombrero da el punto de vista emocional. Es el momento de hablar de las intuiciones, de las impresiones, de los presentimientos.

Sombrero negro: El negro es triste y negativo. El sombrero negro cubre los aspectos negativos; ¿por qué no se puede hacer alguna cosa? Es el sombrero de la prudencia, el que evita cometer errores.

Sombrero amarillo: El amarillo es alegre y positivo. El sombrero amarillo es optimista y cubre la esperanza y el pensamiento positivo. Busca los aspectos constructivos.

Sombrero verde: El verde es césped, vegetación y crecimiento fértil, abundante. El sombrero verde indica creatividad e ideas nuevas. Sirve para planear alternativas adicionales, nuevas posibilidades o hipótesis. ¿Podríamos hacerlo de una forma diferente?

Sombrero azul: El azul es frío, y también es el color del cielo, que está por encima de todo. El sombrero azul se ocupa de la organización y el control del proceso del pensamiento. También del uso de los otros sombreros. Exige resúmenes, conclusiones y decisiones.

Según De Bono, los seis sombreros permiten conducir el pensamiento de la misma forma que un director dirige su orquesta.

Fuente: De Bono, 1988, 1994

cola”. Esta cola en la práctica podía consistir en que los maestros tuvieran dos ayudantes, que aprendieran de él y que progresivamente fueran asumiendo nuevas funciones. De esta manera cada maestro podía multiplicarse por tres (De Bono, 1987).

Un listado de palabras particularmente evocadoras es la propuesta por Kent y Rozanoff (Barceló, 1984): *mesa, oscuro, música, enfermedad, hombre, profundo, blando, hambre, montaña, casa, negro, cordero, confortabilidad, mano, corto, fruto, mariposa, liso, pedido, silla, dulce, silbato, mujer, frío, lento, deseo, río, blanco, bonito, ventana, áspero, ciudadano, pie, araña, aguja, rojo, dormir, cólera, moqueta, chica, agua, trabajador, agrio, tierra, esfuerzo, soldado, duro, águila, estómago, tallo, lámpara, sueño, amarillo, pan, justicia, chico, luz, salud, Biblia, recuerdo, rebaño, baño, cabaña, rápido, azul, sacerdote, océano, cabeza, religión, whisky, niño, amargo, martillo, sediento, blanco, plaza, mantequilla, doctor, ladrón, león, alegría, cama, pesado, tabaco, bebé, luna, tijeras, tranquilo, verde, sal, calle, rey, queso, flor, asustado.*

Un método similar al anterior utiliza imágenes en lugar de palabras. El problema se va confrontando sucesivamente a diapositivas de un paisaje, un avión, un delfín, un olivo,...

Cuadro 4.5 ¿ Creadores ?

Se les suele llamar “creadores” porque practican un oficio. Han de conocer los distintos materiales y sus propiedades; los utensilios, todos y cada uno, han de saber usarlos. Han de estar al día por si aparece un nuevo material, un nuevo utensilio más barato, más eficaz, más adaptable a las exigencias de su oficio. Trabajan en talleres y estudios, a veces con ayudantes a los que ha sido preciso enseñar, corregir y aleccionar. Saben que cualquier descubrimiento, como la invención de los acrílicos o los ordenadores personales, puede transformar por completo el trabajo y obligarles a comenzar de cero. Practican oficios complejos.

Se les suele llamar “creadores” porque practican un oficio en un mercado y están obligados a saber qué están haciendo los americanos y los suecos y los rusos, y quién lo está haciendo mejor y cómo lo está haciendo, y también a qué precio. Y quién lo hace bien y quién lo hace mal, y quién imita y quién copia. Y qué se ha hecho ya y qué se ha olvidado, pero merecía la pena recordarlo. Dependen de lo que quiere la clientela, aunque la clientela es muda y hay que adivinarlo. Han de convencer y satisfacer. No pueden caer en lo cursi, en lo paleta, en la chapuza, en la incompetencia. Practican oficios complejos en mercados muy competitivos.

Se les suele llamar “creadores” porque practican un oficio en un mercado y hacen una carrera. Se sitúan, se dan a conocer, se exhiben, se ofrecen. Seducen a posibles clientes y reputados expertos, acuden a las reuniones sociales en donde pueden halagar al político, envanecer al crítico, liar al director de galería, convencer al jefe del suplemento, tentar al hombre de negocios. Han de congraciarse constantemente con los cretinos, los analfabetos, los pillos, los fatuos, los avaros que pueden ayudarles en su carrera y entorpecer la de sus colegas, todos ellos habituales calumniadores. Saben que el azar encumbra al mediocre y hunde al excelente; saben que en este oficio, con este mercado y con semejantes carreras, es casi imposible que lo excelente sea reconocido. Así ha sido en los últimos siglos.

Pero se les suele llamar “creadores” porque saben que todo lo anterior es una bobada; que el oficio, el mercado y la carrera no sirven para nada, y que todo depende de un milagro. El milagro de que al cabo de veinte siglos de humillaciones y pobreza aún quede alguien que se enfrente, en la más completa soledad, a la necesidad de dar vida material a sus ideas, a sus imágenes, a sus preguntas, a su desconcierto, a su espanto y a su dicha.

El milagro de que la conciencia y las emociones puedan encarnarse en historias inverosímiles, en juegos de luces y colores, en tiempos sonoros significativos, en modos de habitar dentro de la piedra, de la madera, del plástico. Que el espíritu pueda ser una cinta de celuloide, una cuerda de tripa de buey, un montón de pigmentos químicos, unos muros de ladrillo. Que el espíritu se haga carne y habite entre nosotros.

Se les suele llamar “creadores” porque no les importa absolutamente nada que aparezcan los acrílicos y los ordenadores; con un lápiz están sobrados. Ni que en Japón se haga esto y aquello, o que un caballero argentino haya alcanzado la fama mediante tal cosa o tal otra. Porque lo que ellos hacen no es ni de aquí ni de allá. No tiene patria ni historia. Ellos hacen las patrias y las historias. Se les suele llamar *creadores* porque nada se les da que el crítico beocio o el munícipe corrupto encumbre al mediocre y dé negocio al incompetente, porque el éxito y el favor van y vienen y no hay más mercado que la propia estima, ni más carrera que la escasa pista que conduce a la muerte. Su único premio y su único pago es la pieza terminada, exenta, como si no hubiera sido hecha por nadie, como si siempre hubiera estado aquí. Porque para que la obra sea excelente no puede ser de alguien, ni original, ni personal, ni muchísimo menos genial. Ha de ser anónima y de todos. La obra excelente no la hace uno, la hacemos entre todos.

Se les suele llamar “creadores” porque hasta el más tonto de los creadores sabe que su participación en la aparición de lo excelente es mínima y efímera, que él es un instante de un proceso que durante los últimos veinte siglos trata de hacer hablar a la tierra para que descubra su secreto y nos diga (a todos, a los vivos y a los muertos, y a los que todavía están por nacer) cuál es la regla de este juego, y qué hace nuestra conciencia gritando entre billones de estrellas mudas, sordas y ciegas.

La tierra sigue callada, pero nuestra respuesta está en algunas películas, en ciertas composiciones musicales, en algunas pinturas, en un puñado de esculturas, en unos cuantos edificios, en unos pocos objetos y libros y lugares. Y son tan obra nuestra como del infeliz que los creó y de quien ya nadie se acuerda, afortunadamente. Pero nosotros mantenemos en vida esos testimonios del significado, y cuando ya no podamos mantenerlos, otros lo harán.

4.5.4 El análisis morfológico

Morfología significa la estructura y la forma de las cosas. El análisis morfológico, debido a Fritz Zwicky, busca, en primer lugar, las dos o tres dimensiones más relevantes de un problema específico. En el caso de la exploración de nuevas ideas para envases, por ejemplo, estas dimensiones pueden ser:

- *La forma*: cubo, esfera, tubo, pirámide, cono,...
- *El material*: plástico, aluminio, cartón, papel, vidrio,...
- *El contenido*: líquido, pasta, polvo, gas, grano,...

A continuación se examinan de forma sistemática las diversas combinaciones posibles; por ejemplo, esfera-plástico-gas. El número de combinaciones es muy elevado y, evidentemente, podría representarse en un gráfico tridimensional. Probablemente el análisis conducirá al descubrimiento de combinaciones imprevistas prometedoras. En el capítulo siguiente (apartado 5.2.2) se tratará de nuevo del análisis morfológico.

5 Herramientas para la innovación: la previsión tecnológica

5.1 La prospectiva

El hombre ha intentado siempre conocer el futuro. A lo largo de la historia, las bolas de cristal y las cartas han sido usadas con profusión, así como también la lectura de las rayas de la mano. Hemos de reconocer que los resultados han sido más bien decepcionantes.

Incluso los genios han tenido errores colosales. Edison no creía en el futuro de la corriente alterna. En el año 1876, el presidente de los Estados Unidos, Hubbard, se preguntaba ante el teléfono: “Como invento es extraordinario, pero, ¿para qué podrá servir?”. Louis Lumière, uno de los hermanos inventores del cine, afirmó que “mi invento podrá ser disfrutado como una curiosidad científica... pero desde el punto de vista comercial no tiene el más mínimo interés”. George Westinghouse creía que los trenes podrían llegar, como máximo, a 90 o 100 millas por hora, pero por razones de seguridad no sobrepasarían nunca las 40 millas por hora. Hitler retardó notablemente el desarrollo del radar y de los cazas a reacción. A Franklin Roosevelt le parecía “poco verosímil” - diecinueve años antes de Pearl Harbour - que la aviación pudiera hundir una flota de acorazados. El almirante Leahy defendía ante el presidente Truman que “la bomba atómica no explotará nunca, y lo digo como experto en explosivos”. Evidentemente se trataba de intuiciones sin ninguna base científica. Por otro lado, es necesario reconocer la extraordinaria capacidad anticipadora de autores como Julio Verne o H.G. Wells.

El futuro es por definición, incierto. “Quien prevé el futuro es un impostor, porque el futuro no está escrito, sino que está por hacer” (Godet, 1989b). Esta frase recomienda prudencia y humildad cuando se escribe sobre el futuro. Saber lo que pasará es imposible. Pero reflexionar sobre el futuro puede ser muy útil.

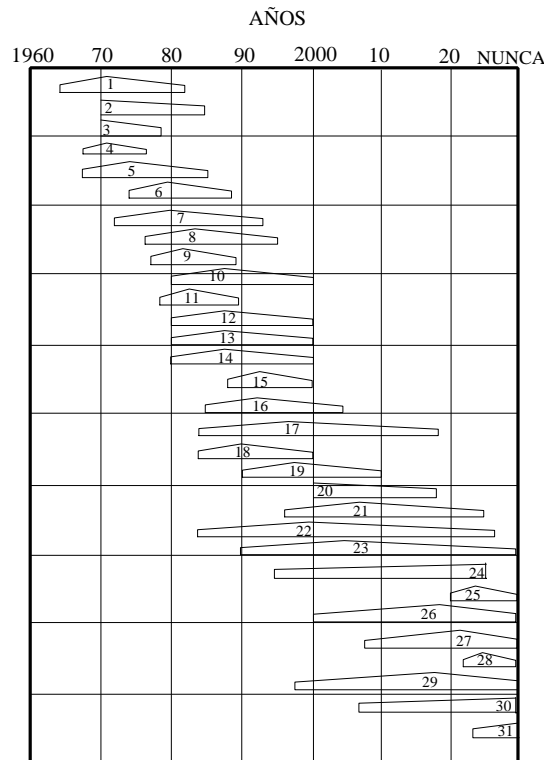
La primera organización que se dedicó de forma sistemática a las investigaciones del futuro fue la Rand Corporation, creada el año 1948 por el general Arnold en la localidad californiana de Santa Mónica (Mayo, 1986). El mismo Arnold había organizado en 1942 unos Grupos de Análisis y Operaciones para ayudar a la toma de decisiones en el teatro de guerra del Pacífico, durante la Segunda Guerra Mundial. Más adelante, sobretudo en los años sesenta, se desarrollaron una serie de métodos que aportaron una cierta luz sobre las innovaciones tecnológicas del futuro.

Cuadro 5.1 Prospectiva. Preguntas formuladas en el trabajo de Gordon y Helmer (1965)

1. Desalinización del agua del mar económicamente rentable.
2. Control eficaz de la fecundidad mediante contraceptivos, por vía bucal o por otros medios sencillos y poco costosos.
3. Nuevos materiales sintéticos para construcciones ultraligeras.
4. Máquinas que traducen automáticamente las lenguas extranjeras.
5. Nuevos órganos para trasplante o prótesis.
6. Previsiones meteorológicas seguras.
7. Puesta en marcha de un centro de almacenaje de informaciones, que dé acceso a informaciones generales o especializadas.
8. Reforma de las teorías de la física, suprimiendo la confusión en la relatividad cuántica y simplificando la teoría de las partículas.
9. Implantación de órganos artificiales de plástico que incluyan componentes electrónicos.
10. Uso extendido, y ampliamente aceptado de drogas no narcóticas (diferentes del alcohol) destinadas a producir alteraciones específicas en los rasgos de la personalidad.
11. Emisión dirigida (láser) en las regiones de los rayos X y gamma del espectro.
12. Energía termonuclear controlada.
13. Creación de una forma primitiva de vida artificial (como mínimo bajo la forma de autorreproducción de moléculas).
14. Explotación minera económicamente rentable del fondo de los mares (diferente de la perforación de pozos de petróleo cerca de las costas).
15. Posibilidad de un control limitado del tiempo, que influiría en las condiciones meteorológicas locales de forma substancial, a un precio asequible.
16. Posibilidad de producción comercial de proteínas sintéticas para la alimentación en condiciones económicas interesantes.
17. Aumento de la proporción de casos psiquiátricos accesibles a la terapéutica física o química.
18. Inmunización bioquímica general contra las enfermedades bacteriológicas y virológicas.
19. Posibilidad (pero no forzosamente aceptación) de un control químico de ciertas taras hereditarias.
20. Explotación económicamente interesante de los mares para el cultivo, que tendría por efecto asegurar la producción de un 20% de los productos alimentarios mundiales.
21. Sustancias bioquímicas que estimulan el crecimiento de nuevos órganos y nuevos miembros.
22. Posibilidad de utilizar medicamentos para elevar el nivel de inteligencia.
23. Simbiosis hombre-máquina, que permita al hombre aumentar su inteligencia por interacción mecánica directa entre su cerebro y el ordenador.
24. Control químico del proceso de envejecimiento, que permita alargar 50 años la duración de la vida.
25. Cría de animales inteligentes (monos, cetáceos) como mano de obra inferior.
26. Comunicación realizada en los dos sentidos con seres extraterrestres.
27. Posibilidad económicamente realizable de la fabricación comercial de numerosos elementos químicos a partir de materiales de construcción subatómicos.
28. Control de la gravedad por una forma cualquiera de modificación del campo de la gravitación.
29. Posibilidad de basar la instrucción en el registro directo de conocimientos en el cerebro.

El francés Gaston Berger fue el primero en introducir la palabra *prospectiva*, entendida como el arte y/o la ciencia de estudiar y prever el futuro. Pero la prospectiva es también, según Godet, “una reflexión para guiar la acción presente a la luz de los futuros posibles”. La prospectiva está encaminada a la acción; trata de construir el futuro deseado, enfrentándose a la fatalidad y al azar. Lo que es importante no es tanto el acierto de unas previsiones - que pocos tendrán la paciencia de comprobar - como la calidad de las reflexiones y discusiones que lleguen a suscitar.

Cuadro 5.1 Preguntas formuladas en el trabajo de Gordon y Helmer (1965)
Situación en el tiempo (continuación)



Fuente: Gordon i Helmer, 1965

Schmèder (1988) se expresa en el mismo sentido: “El valor de una previsión no reside exclusivamente en la adecuación rigurosa entre lo que se realiza y lo que se había pronosticado. Es en el presente, en la decisión, que la previsión puede ser útil, más que en la resolución del enigma del futuro”.

Ambrosio y Díaz González (1997) distinguen dos grandes enfoques en la aproximación al futuro: por un lado los que se centran en la determinación de la probabilidad de ocurrencia de un suceso determinado y, por otro, los que se ocupan de la construcción de un futuro deseado. Los primeros, a su vez, se clasifican en pronósticos, que tratan de probabilizar la ocurrencia de un suceso concreto con un nivel de confianza alto y proyecciones, que prolongan hacia el futuro las tendencias pasadas y presentes. Los segundos, es decir, los que tratan de la construcción o creación de un futuro deseable, son los prospectivistas propiamente dichos.

“El objeto de la prospectiva no es adivinar el futuro. Al contrario: se basa en la convicción de que el futuro no es una cosa hecha y predeterminada y, por tanto, s

sino que se encuentra abierto a muchos futuros posibles. La prospectiva como metodología se inscribe en el intento de descifrar algunas pautas del futuro por medio de un examen minucioso de las tendencias a largo plazo que se pueden establecer a partir del análisis del presente, la previsión de inflexiones y de rupturas y el diagnóstico de los retos que el futuro señala y de las estrategias que, en consecuencia, se pueden adoptar.../ La prospectiva no tiene por objeto responder a la inquietud natural que inspira la incertidumbre del mañana, sino ofrecer a los sectores con capacidad de decisión los medios para operar con clarividencia sobre las decisiones que comprometen el futuro". (Baltasar Porcel en el prólogo de libro de Hugues de Jouvenel y Maria Angels Roque, *Catalunya a l'horitzó 2010*, 1993).

Los estudios de prospectiva, especialmente los de origen europeo, presentan un amplio abanico de intereses: la sociedad, la economía, la política, la demografía... En cambio, las investigaciones norteamericanas se orientan más hacia la *previsión tecnológica*, es decir, intentan anticipar los cambios tecnológicos que se producirán. La previsión tecnológica se puede definir como "la predicción con un cierto nivel de confianza del logro de una meta tecnológica dentro de un período de tiempo, con un nivel específico de soporte" (Cetron, 1969). En otras palabras, se trata de establecer, partiendo de los recursos que se piensa aplicar a I+D en un campo de la tecnología, la probabilidad de que una innovación se produzca en una fecha determinada. En este capítulo se prestará una atención preferente, como es lógico, a esta segunda línea.

¿Se cumplen las previsiones? Pedimos al lector que juzgue por sí mismo si se han cumplido las previsiones que aparecen en el interesante trabajo de Gordon y Helmer, de la Rand Corporation, realizado en el año 1965, que reproducimos en el cuadro 5.1. Se utilizó la técnica Delphi -que se describirá más adelante-, basada en el uso, de forma sistemática, de las opiniones de un grupo de expertos.

5.2 Métodos utilizados en la previsión tecnológica

Se ha llegado a describir la utilización de más de cien métodos diferentes y muy variados para prever la evolución de la tecnología; la previsión tecnológica tiene quizás más de arte que de ciencia, y cada artista tiene su propia manera de proceder. Debido a esto, en lugar de comenzar por clasificar los métodos, es mejor hacer previamente una clasificación de las situaciones en qué se plantea la previsión y a partir de aquí ir viendo los métodos más usuales en cada caso.

Un primer vistazo hace distinguir dos grupos de situaciones. En el primer grupo encontramos los casos en que es razonable suponer que la relación entre unas determinadas variables se mantendrá o bien seguirá un camino previsible, mientras que en el segundo se engloban todos los casos en que esta suposición no puede considerarse válida.

En el primer grupo de situaciones se pretende hacer una proyección hacia el futuro de la realidad actual, y para eso se habla de *métodos proyectivos*. Parten del presente e intentan prever el futuro mediante el examen de la tendencia más probable, utilizando a menudo las extrapolaciones. Se parte del supuesto de que el pasado tiene una influencia decisiva sobre el futuro y que el marco estructural no sufrirá cambios importantes.

En cambio, los *métodos prospectivos* o métodos de análisis subjetivo (también denominados *intuitivos*) se caracterizan por partir de una imagen del futuro y retroceder después hacia el presente, examinando las posibilidades de realización. La imaginación tiene aquí un papel muy importante.

Cuando se efectúa cualquier previsión, es necesario precisar la situación de la tecnología, ya que, por ejemplo, no se encuentran en la misma fase un descubrimiento científico que se acaba de producir y un producto ampliamente difundido en el mercado. Siguiendo a Bright (1968), uno de los pioneros de la previsión, se proponen los niveles siguientes:

- La adquisición de un cierto conocimiento de la naturaleza o un determinado nivel de comprensión científica.
- La demostración de una capacidad tecnológica nueva (en el laboratorio).
- La aplicación de la nueva capacidad tecnológica a un prototipo.
- la utilización operativa inicial (introducción comercial).
- La adopción amplia de la nueva tecnología.

5.2.1. Métodos proyectivos

La base de esta familia de métodos es la extrapolación, es decir, la estimación de los valores de una función más allá de donde disponemos de datos, suponiendo que se mantiene la relación entre las variables. Se supone que los factores que han influido en un fenómeno continuarán influyendo en el futuro. Esta extrapolación se puede hacer de diversas maneras, cosa que da lugar a los métodos que se describen brevemente a continuación.

a) Ajuste de curvas

Se aplica en los casos en que la evolución de una tecnología está claramente determinada por la evolución de un número reducido de parámetros técnicos funcionales. Se parte de una serie de datos históricos de una variable -velocidad, consumo, rendimiento,... -y se ajusta la curva que se considera más adecuada, que se prolonga hacia el futuro. Las curvas más utilizadas son la recta, la exponencial y la curva en S o logística, que responde a una función del tipo:

$$P_t = P / 1 + A^{-kt}$$

donde P es el valor del parámetro en el momento t y A y K son constantes. La curva en S refleja un tipo de evolución que empieza lentamente (búsqueda y desarrollo), sigue un crecimiento rápido y acaba al llegar a un límite físico (figura 5.2).

La figura 5.3 muestra el ajuste de una línea a los datos cronológicos del rendimiento de distintas clases de luces. La figura 5.4 sugiere que la envolvente de las sucesivas curvas en S puede constituir una buena representación de la evolución del parámetro.

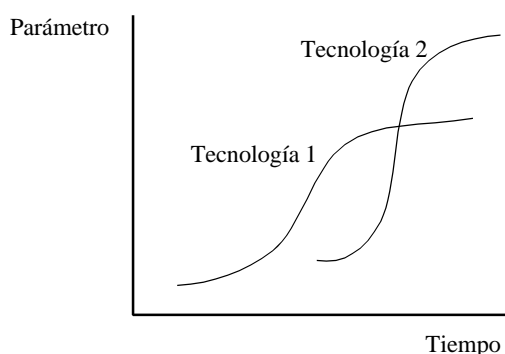
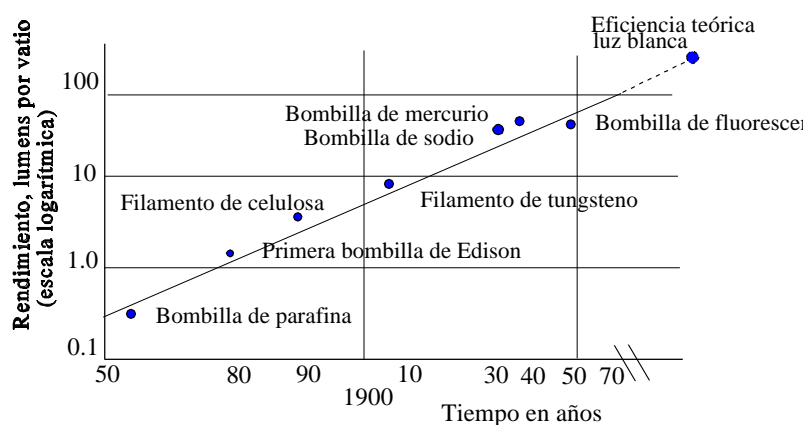


Fig. 5.2 La curva en S o logística

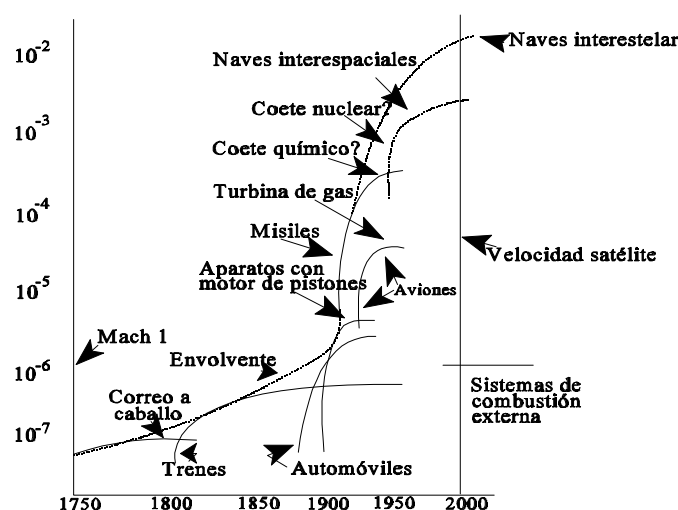


Fuente: Cetron, M.J.

Fig. 5.3 Ajuste de la capacidad funcional de iluminación mediante una recta

Este sistema puede parecer sencillo, pero plantea numerosos problemas. A menudo la elección de la variable es difícil; por ejemplo, en un estudio sobre turborreactores se tuvo en cuenta erróneamente el consumo del combustible en lugar de considerar la variable rendimiento. Si la variable elegida es correcta puede ser entonces que falten los datos históricos necesarios para la extrapolación. Finalmente, se presenta el problema de la elección de la curva más idónea, ya que la elección de una curva o de otra puede dar lugar a resultados completamente diferentes.

Este método no tiene tampoco en cuenta los cambios bruscos de tendencia (*breakthroughs*) que pueden presentarse. Sin embargo, Bright defiende con firmeza este método: “Si no se puede establecer claramente que nos encontramos en un punto de discontinuidad, la tendencia es la mejor guía para el próximo futuro”

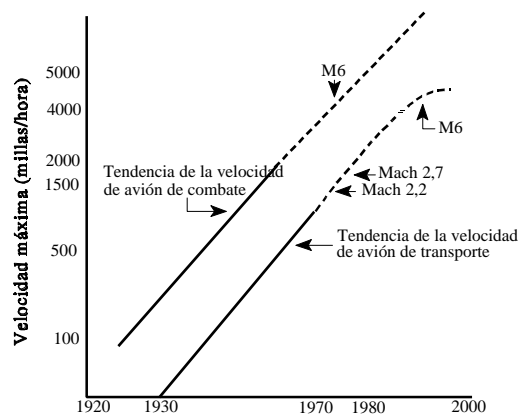


Fuente: D.G. Samaras, Air Force Office of Scientific Research USAF

Fig. 5.4 Tendencia de la curva de velocidad

b) Correlación

Los métodos de correlación se aplican cuando se observa una cierta proporcionalidad entre la evolución de dos variables en el tiempo. Un ejemplo claro lo constituye la evolución de la aviación comercial, que sigue en el tiempo a la aviación militar, a la que se aplican más recursos para investigación (figura 5.5).



Fuente: Lenz, R.C.

Fig. 5.5 Correlación entre la velocidad de la aviación militar y la de la aviación comercial

c) Analogía

Se pueden distinguir dos métodos diferentes basados en el concepto de analogía: la analogía de crecimiento y la analogía histórica.

La analogía de crecimiento asimila el progreso tecnológico al crecimiento de los fenómenos biológicos, al que se han dedicado importantes estudios matemáticos (por ejemplo, el proceso de reproducción celular, representado por la curva de Pearl).

La analogía histórica se basa en la asimilación de la evolución de una tecnología actual con la de una tecnología que ha tenido un papel similar en tiempos pasados. Así, se han hecho previsiones de la evolución de la producción de energía eléctrica por fisión partiendo de los datos de la evolución de la producción de energía a partir de carbón y los recursos hidráulicos a lo largo de los dos últimos siglos.

d) Dinámica de sistemas

Este método ha sido desarrollado por Jay Forrester y se basa en el planteamiento de la relación entre las variables del problema en forma de sistema de ecuaciones diferenciales. La resolución del sistema da una simulación de la evolución de las distintas variables en el tiempo. El famoso informe del Club de Roma, “Los límites del crecimiento”, aparecido en 1972, poco antes de la primera crisis del petróleo, se basaba precisamente en este método.

e) Modelos de sustitución

Basándose en los datos del mercado, intentamos prever cuándo una tecnología determinada será substituida por otra con la misma función. Los inicios de este método se encuentran en el estudio del ciclo de la vida de los productos de los especialistas de *marketing*.

5.2.2 Métodos prospectivos

Cuando lo que se pretende no es prever la evolución de tecnologías existentes sino la aparición de innovaciones que representen un cambio profundo en el panorama tecnológico, o bien cuando el período para el que se quiere hacer la previsión es suficientemente largo para no permitirnos estar seguros que las tendencias actuales se puedan mantener, se hace necesario recorrer a la imaginación de las personas. Los métodos que se exponen a continuación tienen por objetivo intentar limar el carácter puramente subjetivo de las simples opiniones personales para otorgar un carácter imparcial a los resultados obtenidos.

a) Dictamen de un grupo de expertos

Este método se limita a obtener la opinión de un grupo de expertos, juntos (*brainstorming*, ya comentado en el capítulo sobre la creatividad) o por separado, con el fin de obtener un conjunto de opiniones autorizadas ante una situación de falta de datos utilizables.

La principal ventaja de este método es su simplicidad y el hecho de que puede dar resultados suficientemente buenos si las personas consultadas reúnen a la vez las cualidades de conocer la materia y tener imaginación. Los problemas que se pueden presentar proceden de la previsible gran diversidad de las opiniones y, en el caso que éstas se expresen en una reunión, de la influencia que puede ejercer un individuo sobre el resto del grupo.

b) El método Delphi (o Delfos)

Con la finalidad de superar los inconvenientes del método anterior, dos investigadores de la Rand, antes citada, Helmer y Dulkey, introdujeron el año 1953 el método de iteración con realimentación controlada, que llamaron Delfos, en recuerdo del famoso oráculo de la antigua Grecia.

El proceso empieza por la selección de un grupo de expertos y la elaboración de un cuestionario, que debe estar redactado con claridad y precisión con el fin de asegurar que todos los expertos lo interpreten de la misma manera. Seguidamente se tramitan los cuestionarios acompañados de un manual de instrucciones y se esperan las respuestas.

Una vez recibidas las respuestas, el jefe del experimento, que es la única persona que conoce la identidad del autor de cada respuesta, elabora un segundo cuestionario donde incluye información de los resultados de la primera vuelta (generalmente medidas estadísticas, casi siempre la mediana) a la espera de que los expertos, a la vista de los resultados de la mayoría, modifiquen o mantengan su primera opinión y se evolucione hacia una mayor convergencia.

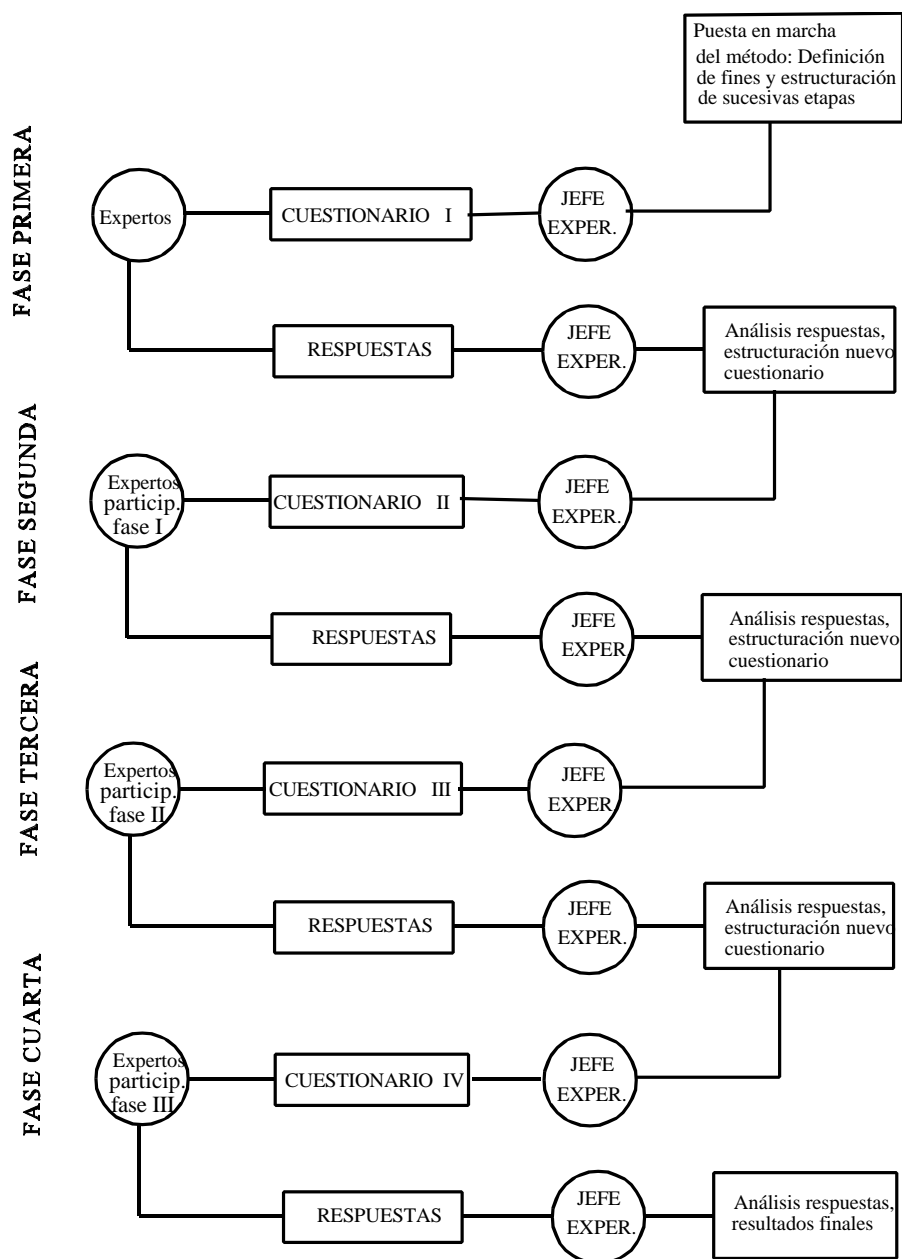
El proceso se repite hasta que la dispersión de las respuestas se reduce suficientemente para extraer unos resultados comprendidos en un margen aceptable. El número de vueltas necesario puede variar entre una y cinco, dependiendo del tiempo disponible, la convergencia deseada... y la paciencia de los expertos (figura 5.6).

Los sucesivos cuestionarios pueden constar de las mismas preguntas iniciales con el solo añadido de la realimentación de resultados; o bien incluir nuevos apartados; tras pedir a los mismos expertos que formulen nuevas cuestiones para incluir en las vueltas siguientes; también se puede exigir explicaciones para las respuestas muy alejadas de la mediana.

Respecto al estudio de Gordon y Helmer, citado al comienzo de este capítulo, el cuadro 5.1 muestra, por ejemplo, que en la innovación número 6, “Previsiones meteorológicas seguras”, la previsión se entiende desde el año 1972 (la cuarta parte de los expertos creen que la innovación tiene el 50% de probabilidades de realizarse antes de esta fecha), pasa por un pico en 1975 (la mitad de los expertos opina que la innovación tiene 50% de probabilidades de realizarse antes de esta fecha) y termina en 1988 (la cuarta parte de los expertos creen que la innovación tiene el 50% de probabilidades de realizarse después de esta fecha).

Hemos visto cómo a través de la realimentación controlada se puede llegar a un grado satisfactorio de convergencia, mientras que el anonimato anula la posibilidad de influencia de los individuos más

dominantes o reconocidos. Así pues, la técnica Delfos permite salvar los principales inconvenientes del simple dictamen de expertos a cambio de alargar el proceso en el tiempo y, lógicamente, de dar más trabajo al equipo encargado del estudio.



Fuente: Fermín de la Sierra y Gonzalo Guzmán

Fig. 5.6 Diagrama del procedimiento normal del método Delfi

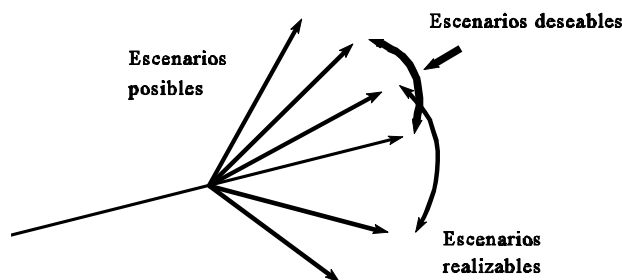
c) Escenarios

La utilización de escenarios fue propuesta por primera vez por Kahn y Wiener en 1967. Según Godet (1991), un escenario “es una representación de la realidad futura, para iluminar la acción presente a la luz de los futuros posibles y deseables”. El escenario no es un fin en sí mismo; no tiene sentido más que a través de sus consecuencias para la acción. Otra definición considera el escenario como “el conjunto formado por la descripción de una situación futura y de la secuencia de acontecimientos que permite pasar de la situación original a la situación futura”.

Básicamente constituyen ejercicios de imaginación, aunque requieran un cuidadoso análisis de coherencia de los factores considerados. El constructor de escenarios “va y viene” entre el presente y el futuro, asegurando su plausibilidad. El escenario debe evitar concentrarse en un solo aspecto, por ejemplo, el técnico, y olvidarse de otros como los políticos, sociales o económicos, que pueden tener una importancia decisiva. Según Herman Kahn, los escenarios presentan las ventajas siguientes:

- llaman la atención sobre las diferentes posibilidades que hace falta considerar cuando se explora el futuro
- ponen en relieve la interacción de los factores psicológicos, sociales, económicos, culturales, políticos y militares
- obligan a tener en cuenta detalles o elementos de la dinámica que serían olvidados en un planteamiento más abstracto.

En cuanto a la clasificación de los escenarios, se distinguen dos grandes tipos: los escenarios *exploratorios*, que parten de las tendencias pasadas y presentes y presentan un futuro verosímil, y los escenarios *de anticipación o normativos*, contruidos a partir de diferentes imágenes del futuro, que pueden ser deseables o no. Otra clasificación (figura 5.7), distingue entre *escenarios posibles*, que consideran todo lo que se puede imaginar, *escenarios realizables*, que incluyen todo lo que es posible, teniendo en cuenta las limitaciones existentes, y *escenarios deseables*, posibles, pero no siempre realizables.



Fuente: Godet, 1991

Fig. 5.7 Tipología de los escenarios

Estos escenarios se pueden calificar en función de su naturaleza o probabilidad en escenarios de referencia, tendenciales, contrastados o normativos. El escenario *tendencial* corresponde a la extrapolación de las tendencias, y no tiene por qué ser el más probable. El escenario *de referencia* es el más probable. Un escenario *contrastado* explora una situación muy diferente de la actual, generalmente poco probable, y se interroga sobre los caminos que pueden llevar a ella.

La elaboración de un escenario comporta diversas fases (Godet, 1991, Schwartz, 1993):

1. Elección del sistema. Identificación de las cuestiones principales.
2. Determinación de los factores o variables clave.
3. Descomposición del sistema en subsistemas independientes.
4. Análisis de la evolución independiente de cada subsistema, en función de las grandes tendencias (estudio diacrónico).
5. Recomposición del sistema global, integrando los conflictos detectados y las nuevas tendencias (estudio sincrónico).
6. Síntesis: redacción de los escenarios considerados.

Godet considera que la construcción de escenarios debe respetar cuatro condiciones: la pertinencia (plantear las preguntas oportunas y formular las hipótesis claves), la coherencia, la verosimilitud (tener en cuenta las probabilidades de ocurrencia) y la transparencia (enunciarse con claridad y de forma atractiva).

d) Árboles de relevancia y análisis morfológico

Cuando debe conseguirse un determinado objetivo -por ejemplo, enviar un hombre a la Luna- o cuando es necesario seleccionar diferentes proyectos de un conjunto, diseñado y preparado de acuerdo con los objetivos de la empresa, suelen ser útiles los árboles de relevancia, en los que las ramas representan las distintas alternativas tecnológicas para llegar al objetivo (De Miguel).

La finalidad del árbol de relevancia es mostrar la totalidad de las tecnologías interrelacionadas y trabajar con las que permitan llegar mejor al objetivo, mediante la selección del camino más apropiado. Los árboles de relevancia encajan en el análisis morfológico, presentado brevemente en el capítulo sobre la creatividad. La figura 5.8 muestra un árbol de relevancia sobre el transporte no contaminante. Una vez dibujado el árbol, se pueden asignar valores cuantitativos a cada nudo según la contribución al objetivo inmediato superior. Si además se complementa con previsiones de costes y plazos, el árbol de relevancia resulta de gran ayuda para la toma de decisiones a largo plazo, muy especialmente en el campo de la I+D.

La técnica de los árboles es una técnica de previsión que permite establecer si un objetivo es alcanzable, o cuándo será posible, pero, sobretudo, es una técnica de planificación, que se puede usar para definir las subunidades críticas de los principales objetivos y así planificar el camino óptimo para conseguir un objetivo.

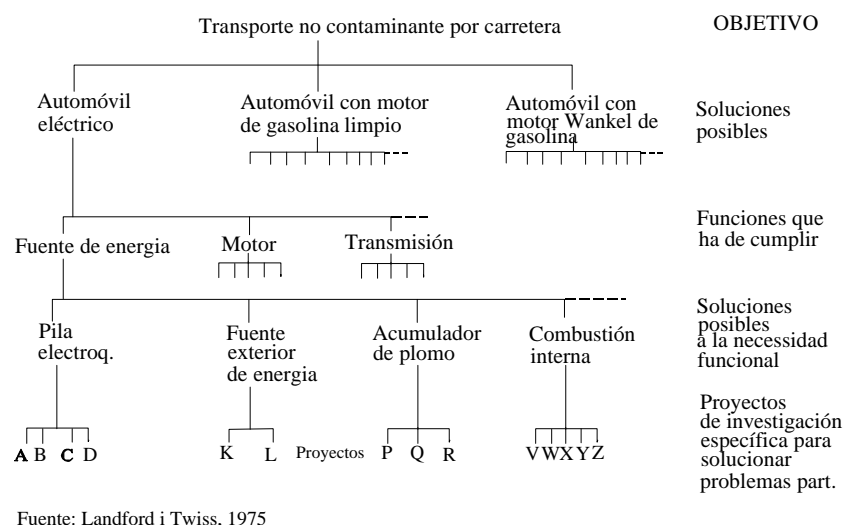


Fig. 5.8 Árbol de relevancia sobre el transporte no contaminante por carretera

5.3 La previsión tecnológica: un balance

Los trabajos de prospectiva son largos y costosos, sólo al alcance de un número reducido de organismos públicos o grandes empresas. Las pequeñas y medianas empresas deben contentarse, pues, con el papel de usuarios o lectores de los documentos prospectivos que se publican de vez en cuando.

En el ámbito estatal las previsiones se suelen hacer a largo plazo, principalmente con métodos prospectivos. Normalmente se tienen en cuenta, además de los factores tecnológicos, factores sociales, políticos y económicos. Los objetivos tecnológicos estatales son poco frecuentes fuera de los campos militar y espacial. El ejemplo más destacado, sin duda, lo constituye el viaje a la Luna de 1969, que presentaba una fuerte motivación política.

Entre los trabajos de prospectiva más conocidos podemos citar “Los límites del crecimiento”, ya citado, que utilizaba la dinámica de sistemas, el “Global 2000”, encargado por el presidente Carter, y el “Interfuturs”, encargado por la OCDE y elaborado -durante tres años- con la metodología de los escenarios. Todos pretendían hacer luz sobre el futuro del planeta. En el ámbito catalán, es necesario citar el estudio “Catalunya a l’horitzó 2010”, patrocinado por el Institut Català d’Estudis Mediterranis, que sigue también el método de los escenarios (de Jouvenel y Roque, 1993).

Sobre el tema de la previsión tecnológica, la Rand Corporation realizó en los años 60 unos estudios que se hicieron famosos (ver cuadro 5.1). Como se ha dicho, la Rand había comenzado a trabajar en este tema en

la década de los 40.

Tabla 5.1 Previsiones tecnológicas en el sector de la energía

<i>Ordenación de las innovaciones del sector según el año de la comercialización</i>	
<i>Innovación</i>	<i>Año de comercialización previsto</i>
<i>Aprovechamiento técnico de biomasa residual</i>	1985
<i>Utilización con rendimiento elevado de gas natural</i>	1985
<i>Tecnologías convencionales de ahorro energético</i>	1985
<i>Aerogeneradores autónomos de pequeña y mediana potencia</i>	1985
<i>Generalización del uso de las bombas de calor</i>	1985
<i>Centrales hidroeléctricas de acumulación</i>	1985
<i>Cogeneración</i>	1985
<i>Aprovechamiento de la biomasa fuera del lugar donde se produce</i>	1985
<i>Células fotovoltaicas aplicadas a usos generales</i>	1985
<i>Transporte y almacenaje de combustibles gaseosos</i>	1986
<i>Producción combinada de energía eléctrica (TG-TV)</i>	1986
<i>Nuevas tecnologías de utilización de electricidad para uso térmico</i>	1987
<i>Bases solares</i>	1989
<i>Ahorro energético en la producción de agua</i>	1990
<i>Mejora de los ciclos termoquímicos</i>	1990
<i>Combustión de carbón en lecho fluidizado</i>	1990
<i>Mejora de la disponibilidad de las centrales de fusión actuales</i>	1990
<i>Grandes parques eólicos conectados a la red</i>	1990
<i>Aprovechamiento rentable de la energía geotérmica para calefacción</i>	1990
<i>Colectores solares con mejor rendimiento</i>	1990
<i>Liquefacción del carbón</i>	1995
<i>Células de combustible</i>	1995
<i>Pilas de combustible</i>	1995
<i>Nuevos sistemas de almacenaje de energía</i>	1995
<i>Gasificación del carbón</i>	1995
<i>Centrales solares orbitales</i>	2000
<i>Utilización de hidrógeno</i>	2000
<i>Alternadores criogénicos</i>	2000
<i>Generadores magnetohidrodinámicos</i>	2000
<i>Reactores nucleares rápidos</i>	2000
<i>Reactores nucleares reproductores</i>	2000
<i>Cultivos agroenergéticos</i>	2000
<i>Producción de electricidad con torres solares</i>	2000
<i>Aprovechamiento rentable de la energía geotérmica para generación de electricidad</i>	2010
<i>Fusión nuclear para confinamiento magnético</i>	2010
<i>Fusión nuclear para confinamiento inercial</i>	2020

Fuente: Escorsa y Solé, 1988

Cuadro 5.2 La planificación en la Royal Dutch Shell

El año 1972 la compañía Shell cambió la base de su planificación, pasando de hacer previsiones lineales, muy cuantificadas, a la aceptación de la incertidumbre y a la descripción de futuros posibles basados en el análisis de escenarios.

Los escenarios a escala mundial son elaborados por un servicio que funciona como un observatorio mundial del entorno. Elabora escenarios globales sobre la evolución del entorno económico, energético, petrolero,... En estos escenarios se analizan los fenómenos demográficos, las evoluciones políticas, los cambios en los valores y en los estilos de vida, las evoluciones tecnológicas y económicas, los problemas monetarios, la demanda energética en función de los factores precedentes, la producción de energía, la situación particular del petróleo, las evoluciones posibles en las relaciones entre los países productores y los consumidores, las estructuras de formación del precio del petróleo bruto, las hipótesis sobre la evolución de estos precios, etc.

A partir de los escenarios globales del entorno, las sociedades filiales elaboran sus propios escenarios, estudiando los aspectos más específicos de su entorno nacional que tengan impacto sobre sus actividades.

A principios de la década de los setenta, Shell elaboró escenarios que mostraban la posibilidad de una crisis en el suministro de petróleo bruto y la consiguiente explosión de su precio. En función de este escenario Shell construyó numerosas instalaciones de *cracking* para transformar las fracciones pesadas del petróleo en combustibles ligeros, de valor muy superior, pensando que este proceso podría ser extraordinariamente ventajoso en caso de una subida de precios del crudo, como efectivamente sucedió.

El año 1981, cuando estalló el conflicto entre Irak e Irán, casi todas las compañías petrolíferas almacenaron enormes reservas de bruto. En cambio, la Shell, gracias al uso de los escenarios, se deshizo de sus excedentes antes que el mercado resultara pletórico y que los precios se hundieran...

Fuente: Godet, 1991, Schwartz, 1993 y van der Heijden y Shwartz, 1996

En los últimos años la previsión tecnológica ha despertado de nuevo gran interés, sobretudo al constatar que el Japón viene realizando con éxito este tipo de estudios cada cinco años desde 1971. En su quinta edición, en 1992, el NISTEP (Instituto japonés de política científica y tecnológica) movilizó a más de 3.000 expertos para responder más de 1.000 preguntas correspondientes a 16 áreas tecnológicas diferentes. En 1993 el Instituto Fraunhofer publicó los resultados obtenidos en Alemania al aplicar la encuesta del NISTEP (Breiner y otros, 1994). En 1994 el Ministerio de la Enseñanza Superior y la Investigación francés la aplicó también, con intervención de más de 1.000 expertos (Héraud y otros, 1997). Se han hecho también notables trabajos en el Reino Unido, en Holanda, en Australia y, por supuesto, en los Estados Unidos (Martin, 1995).

En el ámbito español deben citarse los trabajos de de la Sierra y Guzmán (1972, 1974) y, concretamente en Catalunya, los de Escorsa y Solé (1988), hechos, todos ellos, con el método Delfos (la tabla 5.1 muestra las previsiones para el sector de la energía que se obtuvieron en este último trabajo).

La empresa suele hacer previsiones a más corto plazo. Su horizonte de planificación no suele sobrepasar los cinco años. Entonces los métodos más apropiados para la empresa son los proyectivos, que suponen que las causas que han influido en el pasado continuarán vigentes en el futuro. Esto es lógico, ya que cuesta imaginar que una sola empresa tenga una influencia en el futuro de la tecnología capaz de cambiar la

tendencia existente.

Sin embargo, cada vez más empresas van pasando de las extrapolaciones a los escenarios, al constatar que estos últimos les son más útiles. Empresas como Elf, Daimler Benz Aerospace, Nestlé, Pechiney o Renault utilizan los escenarios como base para su planificación. Son muy conocidos los escenarios sobre tránsito aéreo de Boeing. Los escenarios elaborados por la Shell sobre la evolución de los precios del petróleo han sido particularmente exitosos (ver el cuadro 5.2).

Cuadro 5.3 Los próximos 25 años

1992	Se realizará el primer crucero turístico por el espacio. Se resucitará con éxito el primer ser humano después de haber sido congelado.
1998	Desaparecerán la mayoría de los puestos de trabajo uniformes; cada individuo podrá organizar su propio trabajo adaptándolo a sus necesidades.
2000	La demanda de órganos para transplantes será tan elevada que requerirá un juez internacional para determinar el orden de preferencia. Gracias a un tren subterráneo sobre "colchón magnético", el tiempo de viaje entre Nueva York y Los Angeles se reducirá a 54 minutos. Los videojuegos tradicionales quedarán obsoletos y darán paso a los juegos en tres dimensiones.
2002	Se curarán todos los tipos de cáncer. La clonación humana proporcionará órganos, tejidos y células genéticamente idénticas para las personas ancianos y las que hayan sufrido heridas graves.
2005	Los satélites de energía solar contruídos por un consorcio de multinacionales enviarán más energía a la Tierra que la producida por el petróleo, el carbón o el uranio.
2010	La reproducción humana se controlará totalmente y las parejas podrán decidir libremente el modo de concepción, de embarazo y de nacimiento; también podrán elegir el sexo del bebé o optar por la congelación de embriones. Los países que se industrializarán más rápidamente serán Brasil, México, Nigeria, China y Corea del Sur.

(Lista elaborada bajo el asesoramiento de Adolfo Castilla, director del departamento de prospectiva de Fundesco)
Fuente: Mayo, 1986

Retomemos ahora la pregunta que nos planteábamos al inicio del capítulo: ¿Aciertan las previsiones? Ahora se empieza a tener la perspectiva suficiente para ver qué ha sucedido con las previsiones hechas en los años sesenta o setenta y van apareciendo distintas evaluaciones (Schmèder, 1988; Schwab, 1989; Coates, 1994). La conclusión es que ha habido de todo. Se han verificado numerosas previsiones, pero otras se han revelado completamente falsas. En el famoso trabajo de Goldon y Helmer (1965) expuesto en este capítulo, algunas innovaciones han sido correctamente anticipadas (uso de contraceptivos, uso de bancos de datos), pero otras han sido erróneas (implantación corriente de órganos artificiales, desalinización del agua del mar). Se considera que sólo un 30% de las respuestas de los expertos se pueden considerar acertadas (Schwab, 1989).

Las causas de los errores pueden ser tanto la falta de audacia e imaginación como el exceso de optimismo.

Se impone la modestia. Hemos de recordar que el papel de la prospectiva es más iluminar la decisión actual que acertar en el pronóstico. La previsión es una disciplina tan necesaria como imperfecta (Coates, 1994). El futuro continúa siendo esencialmente incierto. Por suerte.

6 La gestión de los proyectos de I+D

6.1 La I+D interna

Normalmente la investigación y el desarrollo son temas que por su compleja estructura de recursos y financiación suelen asociarse a las grandes corporaciones industriales o a las pequeñas empresas formadas por grupos de técnicos que intentan aprovechar los últimos avances para desarrollar productos dirigidos hacia el mercado de consumo o el mercado industrial.

Desde un punto de vista histórico, a comienzos del siglo XX diferentes empresas importantes comenzaron a fundar sus propios laboratorios de investigación, reclutando científicos para sus departamentos de desarrollo de productos. General Electric, ATT, Dupont y Dow figuran entre dichas empresas pioneras. Este movimiento derivó hacia tres tipos diferentes de laboratorios: los que estaban estructurados y dirigidos a la investigación de base en una nueva área tecnológica, los dirigidos hacia nuevos negocios de la compañía o a líneas de productos ya existentes y los que contenían aspectos de ambos. Normalmente, los primeros tipos estaban ubicados en la sede central de la compañía, desde donde ayudaban con sus descubrimientos a las líneas estratégicas empresariales, mientras que los laboratorios propios de cada división o unidad de negocio se destinaban principalmente a mejorar la producción. También se utilizaban las tecnologías cedidas por la casa madre para el desarrollo del producto que se deseaba lanzar al mercado.

Los laboratorios elaboran sus presupuestos en función de tres objetivos principales (Betz, 1987): a) dar soporte a los negocios actuales; b) las innovaciones en nuevas direcciones empresariales y c) la exploración de nuevas tecnologías. Todos estos objetivos están enmarcados en la estrategia tecnológica de la empresa, tal como se ha indicado en el capítulo 2.

Tres generaciones de I+D

En los últimos 15 o 20 años la I+D industrial ha experimentado cambios sustanciales. En primer lugar, los gastos en I+D han crecido de forma notable. En segundo lugar la dirección de la I+D ha experimentado cambios dramáticos, sobretudo como consecuencia del modelo de Kline, que ha desplazado al modelo lineal (capítulo 1). La consultora Arthur D. Little resume estos cambios en un modelo basado en tres etapas o generaciones de I+D (Roussel, Saad y Erickson, 1991). (Ver fig. 6.1.)

Cuadro 6.1 La opinión de Peter Drucker: el negocio debe guiar al investigador

Hace solamente unos pocos años los analistas de valores mobiliarios clasificaban las acciones de una sociedad según el porcentaje de ventas que ésta gastaba en investigación y desarrollo. Pero este índice ya no tiene correlación con los resultados de las empresas.

Hoffmann-La Roche, el gigante de la industria farmacéutica suiza destina a investigación un presupuesto considerable; pero no ha sacado ningún producto significativo desde los años 60. Siemens, el gigante alemán de la electricidad, célebre tanto por la calidad de su investigación, como por el presupuesto que le destina, tampoco ha presentado nuevos productos durante muchos años. El centro de investigación más conocido de América, los Laboratorios Bell de la ATT, sigue ofreciendo un espectáculo científico tras otro: en acústica y óptica, en informática y en matemáticas. Pero a diferencia de los descubrimientos de Bell Labs del pasado, estos avances no han dado lugar, hasta ahora, a grandes éxitos comerciales.

En cambio, otras compañías - que a menudo gastan mucho menos- muestran signos fructíferos de su I+D. Merck en Estados Unidos y algunas firmas británicas, como Glaxo y Wellcome, están lanzando continuamente al mercado medicamentos de éxito. Y la empresa sueca ASEA (actualmente ABB, ASEA Brown Boveri), fabricante de la línea eléctrica tradicional ha innovado hasta convertirse en líder mundial en tres campos altamente competitivos: locomotoras eléctricas, transmisión de corriente continua y robots industriales. Culpar a factores externos, como la excesiva regulación por parte del gobierno, de los males de la I+D, sencillamente no sirve de nada.

Durante cien años ha sido un axioma que la I+D desempeña una función separada, que lleva a cabo por sí misma su propio trabajo científico y técnico. Pero hoy los equipos plurifuncionales, con personal de marketing, producción, finanzas, que participan en los trabajos de investigación desde el comienzo son los que están obteniendo las principales innovaciones.

Desde que hace aproximadamente 90 años se crearon los primeros laboratorios de investigación industrial -por la industria química alemana y por Charles Steinmertz, de la General Electric, en Estados Unidos-, la I+D de más éxito ha sido *guiada por la tecnología*. Pero excepto en tecnologías muy jóvenes, tales como la biogenética, el enfoque *guiado por la tecnología* está resultando improductivo. Necesitamos cada vez más una estrategia de I+D *guiada por el negocio*.

En Estados Unidos, la I+D sobre los semiconductores está en buena parte, guiada por la tecnología. Los japoneses se han adelantado en este terreno porque se hicieron antes la pregunta siguiente: ¿cuál es la estrategia comercial correcta? Y llegaron a la conclusión de que era necesario que la investigación y la fabricación tenían que integrarse con un gran usuario que proporcionase un mercado cautivo importante y, por tanto, una protección contra las violentas fluctuaciones de precios.

El mejor ejemplo de una estrategia de I+D guiada por el negocio lo tenemos en la manera como David Sarnoff, impulsor y durante mucho tiempo director ejecutivo de RCA, creó la televisión en color. A mediados de la década de 1940, cuando la televisión en blanco y negro estaba empezando comercialmente, Sarnoff previó el mercado de los televisores en color, reflexionó sobre los requisitos para satisfacer a los consumidores -en precio, fidelidad del color, capacidad de canales, presentación y tamaño- y luego resolvió cuáles eran la ciencia y la tecnología requeridas para producir este tipo de aparatos. Los requisitos resultaron ser casi exactamente los opuestos a las directrices tecnológicas más prometedoras del momento, por lo que la mayoría del personal técnico las consideró absurdas. Pero Sarnoff se obstinó: puso a trabajar pequeños equipos de gente competente y consiguió la televisión en color al cabo de doce años.

Los japoneses, copiando a sabiendas a Sarnoff, utilizaron más tarde la misma estrategia para desarrollar el video (VCR). Los americanos, que habían sido los primeros en grabar imágenes en una cinta, estaban guiados por la tecnología, y acabaron limitándose a aplicaciones industriales para pequeños y no muy provechosos mercados especiales. Ahora los japoneses son dueños de un mercado de miles de millones de dólares en todo el mundo.

Fuente: La Actualidad Económica 16.5.1988

La primera generación de I+D, situada en el período de 1950-1975 se caracterizaba por estar centrada en los *inputs* de la investigación, según la lógica del modelo lineal (ver capítulo 1, apartado 1.3). Los factores fundamentales para el éxito eran las cantidades asignadas a I+D y el establecimiento de equipos y laboratorios para la investigación. El trabajo se organizaba de forma centralizada, normalmente sin una estrategia tecnológica explícita. La gestión de la I+D se reducía a la dirección de los proyectos.

En los años setenta la crisis obligó a la reestructuración de muchas grandes empresas, las cuales pasaron a organizarse en estructuras divisionales (*business units*), buscando una relación más estrecha entre los requerimientos de los clientes y las actividades de la empresa. En consecuencia, se descentralizó la I+D. En esta segunda generación, que puede situarse entre 1975 y 1990, la gestión de la I+D fue operativa sólo a este nivel divisional. Si bien este tipo de funcionamiento demostró su eficacia en proyectos aislados, no tuvo en cuenta las sinergias entre las diferentes divisiones que una organización no tan descentralizada permite obtener. Como se ha visto en el capítulo 2, a menudo las capacidades esenciales (*core competences*) pueden aplicarse en divisiones diferentes de la misma empresa.

En la tercera generación, el péndulo se ha movido en sentido opuesto. Las empresas intentan ahora equilibrar la investigación efectuada en las divisiones con la de los laboratorios centrales, considerada de nuevo muy relevante. Los rasgos principales de esta generación son (Gerybadze, 1994):

<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de los inputs de la I+D - Laboratorios centrales - Inexistencia de estrategias de I+D 	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación de los proyectos de I+D - I+D descentralizada - Estrategias de I + D aisladas 	3a generación de I + D
	2a generación de I + D	<ul style="list-style-type: none"> - Estrategia tecnológica integrada en la estrategia de la empresa - Coordinación de las I + D centralizadas i descentr. - Equilibrio entre I+D básica y aplicada
	la generación de I + D	
1950-1974	1975-1990	Años 90

Fuente: Gerybadze, 1994

Fig. 6.1 Tres generaciones de I+D

- La formulación de la estrategia tecnológica es un componente esencial de la estrategia de la empresa (tema tratado en el capítulo 2).
- Una coordinación más sofisticada entre los departamentos de I+D centrales y divisionales.
- Equilibrio entre la investigación básica sobre tecnologías genéricas y la investigación aplicada, por un lado, y entre éstas y las unidades de negocio, por el otro.
- La puesta en marcha de un amplio proceso de obtención de información -vigilancia tecnológica- necesario para la formulación de la estrategia.

6.1.1 I+D, costes, beneficios e incertidumbre

El proceso de evaluación y selección debe tener en cuenta aspectos importantes como la incertidumbre, las características del mercado o los beneficios esperados. A continuación se hacen algunos comentarios sobre estas cuestiones.

En toda evaluación de proyectos hay que tener presente la curva de beneficios en relación con el tiempo. En un primer tramo de la vida del proyecto sólo hay pérdidas, ya que aún se está desarrollando el producto o el servicio y únicamente se está aportando capital, sin recibir ningún beneficio a cambio.

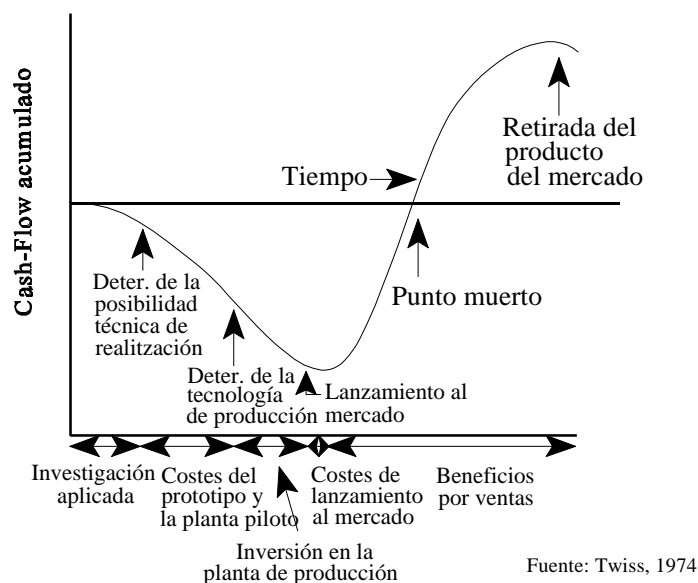


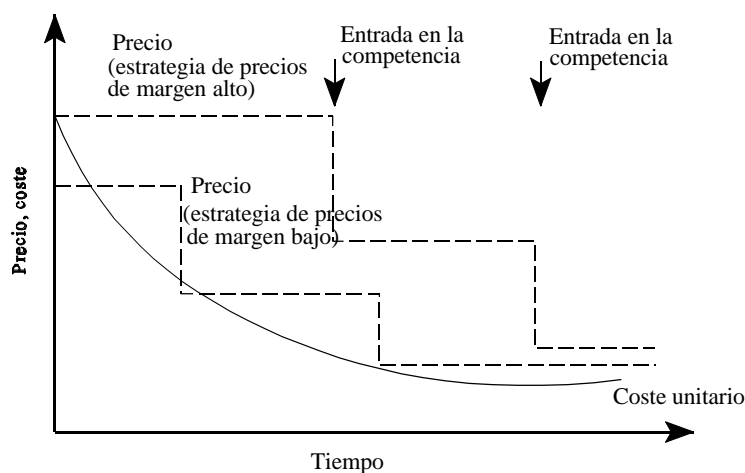
Fig. 6.2 Cash Flow acumulado en un proyecto

Cuando empiezan las ventas el beneficio llega al máximo valor negativo, y sube después. El punto en que no hay pérdidas se llama punto de equilibrio o punto muerto. Este punto es vital para poder seleccionar un proyecto entre varios que se tengan en cartera ya que da una idea de la facilidad o dificultad para la recuperación de la inversión. Para poder hacer el gráfico es necesario hacer las previsiones de las ventas esperadas y de los costes de la etapa de investigación y desarrollo.

Los directores de los proyectos deben tener en cuenta dos aspectos para poder hacer proyecciones, tanto de costes como de ingresos: la curva de aprendizaje y la estrategia de precios, la cual va ligada al tamaño del mercado y a los márgenes de beneficios que se quieren obtener. La curva de aprendizaje o de experiencia ha sido ya expuesta en el capítulo primero de este libro.

La figura 6.3 compara dos estrategias de precios (Betz, 1987). La estrategia conservadora, más propia de las empresas occidentales, se basa en el establecimiento de precios altos, en un intento de recuperar pronto los gastos de I+D. Pero esta estrategia invita a que nuevos competidores entren en el mercado. La estrategia agresiva, más frecuente en las empresas japonesas, consiste en fijar precios bajos, confiando en que la rápida caída de la curva de aprendizaje permitirá pronto ampliar los márgenes de beneficio. De esta manera, la empresa impide o, por lo menos, dificulta la entrada de nuevos competidores. Las economías de escala se convierten así en un factor decisivo.

Habiendo ya descrito este conjunto de consideraciones previas, en el apartado siguiente se explican los métodos más utilizados actualmente para seleccionar los mejores proyectos que puede llevar a cabo la compañía.



Fuente: Betz, 1987

Fig. 6.3 Estrategias de precios japonesa y occidental

Cuadro 6.2 La investigación en los Laboratorios Doctor Esteve

En el negocio de los medicamentos investigar es avanzar; lo contrario suele ser un síntoma claro de que la empresa está entrando en coma. Tener moléculas -productos- propias es la clave que permite competir con los gigantes de un mercado cada vez más internacionalizado. Además suele ser la única vía para encontrar aliados de peso, hecho imprescindible dados los elevadísimos costes que comporta descubrir, desarrollar e introducir en el mercado un nuevo fármaco.

Laboratorios Doctor Esteve tiene como objetivo invertir cada año una cifra próxima al 10% de sus ventas en I+D. El año 1992 fue el 13%, 2.315 millones de pesetas, y en 1993 se acercará al 11%. ¿Es mucho o poco? Depende de muchos factores. En España es un porcentaje más que respetable -similar al que dedica Laboratorios Almirall- y casi triplica la media, incluidos grupos nacionales y extranjeros. Si se compara con el que invierten las multinacionales del sector en el mundo, se encuentra en la parte media alta, ya que la mayoría invierte en I+D entre un 10 y un 16%, aunque algunas, como Glaxo o Du Pont Pharma, están por encima.

Pero además de la cifra que se invierte hay que tener en cuenta cómo se invierte. En el caso de Doctor Esteve se trata de aprovechar al máximo la materia gris de sus 144 investigadores. ¿Cómo? Concentrándose en las fases más creativas el proceso: las relativas al descubrimiento de la molécula. Para las restantes, sobretudo en las fases de desarrollo, busca alianzas estratégicas con multinacionales de reconocido prestigio y subcontrata las fases más rutinarias. "Al tener un tamaño reducido respecto a los grandes grupos internacionales, debes concentrarte en las actividades más creativas y menos burocráticas. De esta forma, 144 investigadores hacen el papel de 400 en otra empresa", explica Alfredo Bassal, director general de Doctor Esteve.

La alianza reciente con Boots Pharmaceuticals para investigar en el desarrollo de una molécula destinada a la producción de ansiolíticos, el *Lesopitrón* -descubierta y patentada por Esteve- lo demuestra. El coste medio de descubrir y desarrollar una molécula puede oscilar alrededor de 13.000 millones de pesetas. Además, la multinacional se encargará en el futuro de comercializar el medicamento en determinadas áreas geográficas. La empresa catalana no sólo se ha especializado en las fases iniciales de la investigación; se está concentrando también en dos campos: el sistema nervioso central y los antiinflamatorios. El 20% de productos que vende Doctor Esteve son propios, es decir, la empresa los ha descubierto y patentado; el resto se vende bajo licencia.

Con un buen catálogo de productos poco se puede hacer si no se consigue después que lleguen al mercado. Conscientes de esta necesidad, los responsables de Doctor Esteve han creado ocho divisiones comerciales. En total, dedican 400 personas al área de marketing, de los cuales 350 son vendedores.

Fuente: Pedro Biurrun, La Actualidad Económica, 24.1.1994

6.2 Criterios y métodos de evaluación de proyectos

En el capítulo 2 se han analizado las estrategias empresarial y tecnológica. Estas estrategias se formulan pensando en un horizonte temporal de unos 3-4 años. Pero la empresa se mueve en un entorno muy dinámico y constantemente están surgiendo nuevas ideas que hay que evaluar y, tal vez, transformar rápidamente en proyectos concretos. Será condición imprescindible, pues, que estas ideas se inscriban en el marco de la estrategia de la empresa.

En la figura 6.4 Twiss integra estas nuevas ideas, capaces de dar lugar a nuevos proyectos, con las estrategias general y tecnológica de la empresa.

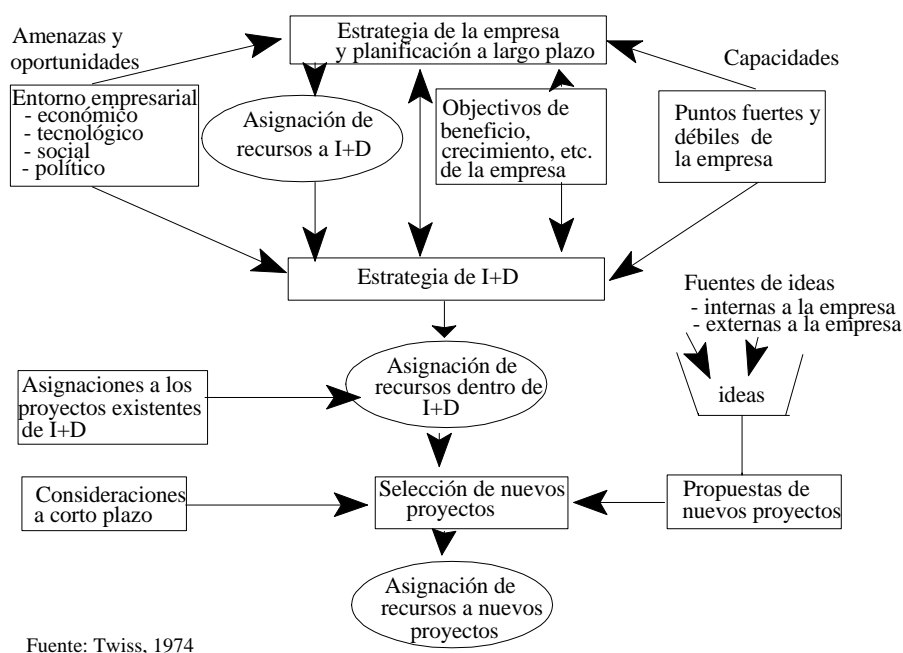


Fig. 6.4 El proceso de toma de decisiones en la I+D

Una manera de clasificar los métodos de selección es hacerlo en función de su grado de incertidumbre (ver la tabla 6.1). Cuando hay poca incertidumbre, es decir, cuando los parámetros se pueden cuantificar (costes, plazos, ventas,...) será posible utilizar los métodos de análisis de inversiones (*Payback*, VAN, TIR...). En cambio, cuando la incertidumbre es mayor y la cuantificación tanto de los *inputs* como de los resultados de la I+D es difícil; deben utilizarse entonces métodos más cualitativos.

De hecho, existen muchos métodos de selección de proyectos. Danila (1983) ha relacionado más de cincuenta, algunos sumamente complejos (MARSAN-ELECTRE, ELECTRE-ORESTE, ALADIN, EIRMA, programación lineal, programación dinámica,...). Pero la mayoría de estos métodos no son muy utilizados por las empresas, ni tan siquiera por las grandes (Martínez, 1987b, 1988a y 1988b; Valls y Ribas, 1990). Por este motivo no serán presentados aquí. Las razones de esta escasa utilización son:

- Presuponen la disponibilidad completa de información futura sobre el proyecto en el momento de la evaluación.
- Muchos de estos métodos son costosos de utilizar en términos de tiempo y dinero.
- No permiten aprovechar la experiencia de los directores y los responsables de la I+D, así como tampoco la adopción de decisiones intuitivas por éstos.
- Inadecuado tratamiento del riesgo y de la incertidumbre de los proyectos de investigación.

Tabla 6.1 Grado de incertidumbre asociado a diferentes tipos de I+D

1 auténtica incertidumbre	investigación fundamental
2 grado de incertidumbre muy elevado	innovaciones radicales de productos innovaciones radicales de proceso empresa externa
3 alto grado de incertidumbre	grandes innovaciones de producto innovaciones radicales de proceso en el mismo establecimiento
4 incertidumbre moderada	nuevas "generaciones" de productos ya conocidos
5 poca incertidumbre	innovación patentada imitación de innovaciones de producto modificación de productos y procesos rápida adopción de procesos conocidos
6 muy poca incertidumbre	nuevo modelo diferencia en el producto innovación de productos conocidos adopción tardía de innovaciones de proceso ya conocidas por la empresa perfeccionamientos técnicos secundarios

Se presentan a continuación los métodos más usados, que son también los más sencillos. Normalmente las empresas proceden a la selección de proyectos mediante un comité de selección, integrado por directivos y técnicos de diferentes departamentos, que se reúnen periódicamente.

6.2.1 Poca incertidumbre: métodos económicos

Estos métodos son los más antiguos, los históricamente más utilizados, y en la actualidad tienen aún una gran vigencia en la mayoría de las empresas que hacen I+D. Son sencillos y necesitan un número reducido de datos, cosa que facilita su cálculo. De entre todas las ratios, son más útiles, lógicamente, aquellas en que los datos sean más fiables; por este motivo, todos los índices o *ratios* donde figure el tipo de interés son de dudosa credibilidad, a pesar de que sean muy usados.

Una empresa decide acometer un proyecto si cree que le resultará rentable, por tanto, la *ratio* beneficio/inversión debe ser no sólo positiva sino superior a la que se podría obtener depositando el dinero en un banco.

El procedimiento basado en el *período de recuperación* -denominado también *payback*, *paycash*, *payout* o *payoff*- es el tiempo que se tarda en recuperar la inversión inicial. Está determinado por la expresión:

$$\text{Tiempo de recuperación} = \text{Inversión inicial} / \text{Cash flow anual}$$

Donde el *cash flow* (flujo de caja o beneficio autogenerado) es igual a la suma de los beneficios más las amortizaciones.

El período de recuperación señala el tiempo necesario para que el proyecto genere los flujos de caja necesarios para compensar el capital invertido. Interesa, evidentemente, que este período de recuperación sea el menor posible. Si el circulante acumulado al final de la vida del proyecto no basta para reponer el equipo y empezar un nuevo ciclo, el empresario se habrá descapitalizado (Palau y Tornabell, 1983).

El VAN (*valor actual neto* de los flujos de un proyecto), llamado también valor capital, representa el valor monetario que resulta de restar la inversión inicial a la suma de los flujos de caja o *cash flow*, valorados en dinero actual, que se obtendrán en el futuro. En la fórmula se actualizan, es decir, se "trasladan" al momento inicial los *cash flow* que se generaran en el futuro, con el fin de compararlos con el coste del proyecto. Interesan, lógicamente, los proyectos con VAN más elevados.

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{1+K} + \frac{Q_2}{(1+K_1)^2} + \frac{Q_3}{(1+K_2)^3} + \dots + \frac{Q_n}{(1+K_n)^n}$$

donde A es la inversión o coste del proyecto, Q el *cash flow* generado en el año *n* y *k* la tasa de actualización o de interés aplicada.

Existe un problema práctico importante: ¿qué tasa de actualización hay que aplicar? En principio, *k* es el interés que rige en el mercado financiero, pero la determinación de la *k* correcta es más difícil de lo que parece a primera vista, ya que puede verse afectada por la inflación y por la reinversión de los *cash flow* que van siendo generados.

Esta dificultad se resuelve, en cierto modo, aplicando el TIR (*tasa interna de rentabilidad*), llamada también tasa de retorno o tipo de rendimiento interno, que representa el interés que iguala la suma de los flujos de caja a la inversión. Dicho de otro modo, se ha de calcular la *k* cuando el VAN sea cero. La *k* es ahora la incógnita del problema. El TIR resulta de utilidad no sólo para comparar diferentes proyectos sino también para decidir sobre un único proyecto aislado. Sólo interesa realizar un proyecto cuando la tasa interna de rentabilidad supere a la tasa de interés del mercado financiero. Por consiguiente, este procedimiento se reduce a comparar la tasa obtenida con una tasa de coste de recursos.

6.2.2. Incertidumbre más elevada: las listas de criterios

Una técnica sencilla para la evaluación formal de proyectos de I+D es la confección de una *lista de control (checklist)*. Deben figurar en ella todos los criterios que la empresa considere importantes para evaluar sus proyectos. Los componentes del comité de selección deben puntuar, conjuntamente o por separado, cada criterio de cada uno de los proyectos. La tabla 6.2 muestra una lista de control estándar. Las principales ventajas de este método son:

- obliga a los responsables a hacer un análisis a fondo de cada proyecto
- es de uso fácil
- recuerda permanentemente a los evaluadores los criterios que la empresa juzga más importantes
- permite el consenso entre los miembros del equipo evaluador, ya que las decisiones se toman conjuntamente
- ofrece una buena forma de resumir y presentar la información disponible.

Tabla 6.2 Lista de criterios de valoración de proyectos de I+D

Objetivos, estrategias, políticas y valores de la empresa	<p>¿Resulta compatible con la estrategia actual y el plan a largo plazo de la empresa?</p> <p>¿Es congruente con la "imagen" de la empresa?</p> <p>¿Es congruente con la actitud de la empresa frente al riesgo?</p> <p>¿Es congruente con la actitud de la empresa frente a la innovación?</p>
Criterios de marketing	<p>¿Satisface una necesidad del mercado claramente determinada?</p> <p>Estimación de la vida del producto</p> <p>Probabilidad de éxito comercial</p> <p>Efecto sobre productos actuales</p> <p>Fijación del precio y aceptación por parte del cliente</p> <p>Compatibilidad con los canales de distribución existentes</p> <p>Estimación de los costes de lanzamiento</p>
Criterios de I+D	<p>¿Es congruente con la estrategia de I+D de la empresa?</p> <p>¿Sus posibilidades justifican un cambio en la estrategia de I+D?</p> <p>Probabilidad de éxito técnico</p> <p>Tiempo y coste de desarrollo</p> <p>Situación en cuanto a patentes</p> <p>Disponibilidad de recursos de I+D</p> <p>Repercusión sobre otros proyectos</p>
Criterios financieros	<p>Coste de investigación y desarrollo</p> <p>Disponibilidad de fondos relacionada con la planificación temporal</p> <p>Repercusión sobre otros proyectos que exigen financiación</p> <p>Momento en que se consigue el punto muerto y máximo cash flow negativo</p> <p>Beneficios anuales posibles y su repartición en el tiempo.</p>
Criterios de producción	<p>Nuevos procesos requeridos</p> <p>Disponibilidad de personal de fabricación: nombre y cualificación</p> <p>Compatibilidad con la capacidad actual</p> <p>Coste de fabricación</p> <p>Necesidades de nuevo equipo</p>

Fuente: Twiss, 1974

Las listas de criterios enumeran los principales factores que hay que tener en cuenta, pero cuando deben compararse dos o más proyectos pueden presentarse problemas ya que todos los criterios tienen, aparentemente, la misma importancia. El método *scoring* intenta solventar esta dificultad mediante la asignación de pesos o ponderaciones a los criterios.

En este caso se debe multiplicar cada puntuación por su factor de ponderación. La suma de las valoraciones ponderadas de cada criterio permitirá llegar a la "nota final", que hará posible la comparación de diferentes proyectos. A veces el orden de los proyectos seleccionados no se podrá respetar al pie de la letra, ya que se debe tener en cuenta el equilibrio de la cartera de proyectos en cuanto a recursos, *timing*, nivel de riesgo,...

No queremos acabar este apartado sin hablar antes de dos aspectos que a menudo no se tienen en cuenta cuando se examinan los métodos de selección finales:

- a) En muchas compañías hay una persona de gran prestigio, a veces fundadora de la empresa, responsable de buena parte de sus éxitos. A menudo este líder conoce a fondo sus sector y tiene, de forma intuitiva, ideas claras sobre hacia dónde hay que ir. Es evidente que su opinión debe tener y tiene un gran peso en las decisiones sobre nuevos proyectos. Como todo el mundo, puede equivocarse, pero, ¿no puede también equivocarse un comité de selección?
- b) Martínez (1992, 1995) ha destacado la importancia de los procesos informales, es decir, de aquellas acciones que realizan los participantes en el proceso innovador -directivos, personal técnico, investigadores...- al margen del procedimiento formal de evaluación y selección. Los autores de la idea intentan convencer a sus superiores de la importancia de dicha idea y de los beneficios que se obtendrán con su puesta en práctica. Muchas veces estos procesos acaban consiguiendo que una determinada idea se convierta en un proyecto o, como mínimo, que sea considerada por el comité de selección formal. Los procesos informales pueden, pues, enriquecer o incluso substituir el mismo sistema formal.

6.3 El control de los proyectos de I+D

Para el buen éxito de un proyecto se requiere una planificación temporal de las necesidades y un control de los objetivos que deben alcanzarse en cada momento. Los proyectos suelen descomponerse en fases, al final de cada una de las cuales debe alcanzarse un determinado *hito técnico*. Como no todos los proyectos son iguales, se describen dos metodologías diferentes, una para casos en que son ya conocidos los pasos a seguir y se pueden valorar de una forma u otra los tiempos o las probabilidades temporales de que se realicen las actividades en un determinado período de tiempo establecido, y otra, denominada delegación por confianza, que sirve para casos con mucha incertidumbre.

Los conocidos gráficos de Gantt son una herramienta habitual para controlar un proyecto. Se hace una lista secuencial de las actividades que intervienen y se representa su duración para poder analizar el tiempo y los recursos que habrá que utilizar. Un gráfico de barras o de Gantt no da información sobre

la limitación de recursos y su grado de disponibilidad en los momentos oportunos; por tanto, es necesario ampliar el Gantt utilizando dos gráficos, uno de recursos y uno de actividades (figura 6.5). Del gráfico de actividades responderá el jefe de proyectos, mientras que del gráfico de recursos se ocupará el director funcional. Los diagramas no siempre se mantendrán estáticos, ya que se deben poder adecuar en cada momento a los intereses de la empresa. Puede ser que se lleven a cabo más proyectos y que se deban redistribuir esfuerzos: humanos, materiales, de capital,... Y por esto normalmente hace falta la ayuda de herramientas informáticas para poder tratar esta gran cantidad de información (actualmente se dispone de buenos programas informáticos de gestión de proyectos, como el *CA-Superproject*, el *Microsoft Project*, etc.)

PROYECTO 1						
<i>Meses</i>	1	2	3	4	5	6
<i>Actividad</i>						
A	Y					
B			Z			
C					W	
D						Y
E						Z

PROYECTO 2						
<i>Meses</i>	1	2	3	4	5	6
<i>Actividad</i>						
A	W		Y			
B			X			
C					X	
D						W
E						

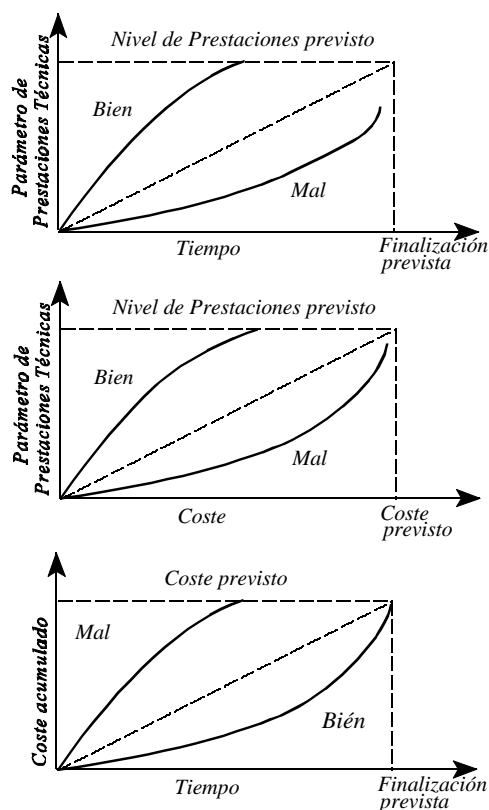
GANTT DE RECURSOS						
<i>Meses</i>	1	2	3	4	5	6
<i>Recursos</i>						
W	2-A			1-C		2-E
X			2-C		2-D	
Y	1-A		2-B			1-D
Z			1-B			1-E

Fuente: Pereña, 1991

Fig. 6.5 Gráficos de Gantt de actividades y recursos

La información que nos ofrece el gráfico de Gantt queda ampliada en un grafo llamado PERT. En él se introduce la probabilidad de que sucedan satisfactoriamente las actividades y sus costes. El PERT consta de nudos donde figuran las actividades y de ramas que representan las relaciones entre actividades.

Introduciendo tiempos, probabilidades y costes en los caminos situados entre los trabajos que hay que hacer, se puede determinar el denominado *camino crítico*. Su reducción permitirá acortar el tiempo total del proyecto y abaratar los costes globales. No es nuestro propósito exponer aquí, con detalle, esta técnica.



Fuente: Betz, 1987

Fig. 6.6 Control de los proyectos de I+D

Al hacer el seguimiento de los proyectos es interesante ver los cambios en el desarrollo y en los costes que se van generando y saber detectar el momento en que se debe cancelar una actividad, una asignación de recursos o una línea de investigación. Los gráficos siguientes muestran algunos ejemplos (figura 6.6): (1) en el eje de ordenadas, un parámetro técnico genérico susceptible de evaluación y en el eje de abscisas, el tiempo; (2) el mismo parámetro técnico anterior, u otro, en el eje de ordenadas, y el coste en eje horizontal, y (3) el coste acumulado a medida que pasa el tiempo.

Al hacer el seguimiento del proyecto se puede ver en los gráficos si se ha realizado suficiente trabajo en la fecha prevista, si hay que forzar el ritmo para alcanzar los hitos previstos, si hay que cancelar

el desarrollo porque el problema está resuelto o porque se ha llegado a un nivel aceptable o si el presupuesto se está gastando sin desviaciones graves.

6.3.1 La delegación por confianza

Cuando los proyectos tienen un alto grado de innovación, como sucede a menudo en sectores de alta tecnología -como los relacionados con la defensa, la industria aeroespacial o la informática-, se presentan problemas comunes tales como (Riverola y Muñoz Seca, 1990):

- Inestabilidad de los proyectos, con cambios frecuentes en las estimaciones de duración y costes.
- Dificultad en detectar las áreas críticas con antelación. Gran cantidad de puntos críticos variables.
- Dificultad en la estimación de costes del proyecto y de los recursos necesarios.
- Los retrasos no se resuelven "añadiendo nuevos recursos al proyecto".
- A menudo la dirección cree que el proyecto no avanza con suficiente rapidez.
- Reuniones frecuentes de revisión. Ansiedad de la dirección.
- Dificultades en el uso de los instrumentos de control (PERT...).
- Dificultades en la descripción con antelación de las actividades que se han de desarrollar.

En resumen, la marcha del proyecto se enfrenta a un entorno inestable a pesar de los esfuerzos que se hacen para estabilizarlo.

Muchos de estos proyectos no tienen una definición completamente especificada hasta las últimas etapas de su desarrollo. Existen muchos puntos oscuros o, dicho de otra forma, gran "falta de conocimiento" sobre muchos aspectos. Se trabaja a ciegas. Riverola y Muñoz Seca (1990) califican estas situaciones como de incertidumbre estructural en la definición operativa (IEDO). Quien toma las decisiones no es capaz de enumerar las acciones posibles que habrá que emprender ni tampoco está seguro de los resultados de estas acciones.

La existencia de esta incertidumbre tiene las siguientes explicaciones:

- a) La alta dirección siente que las decisiones críticas escapan a su control. Es consciente de su falta de conocimientos en determinadas áreas tecnológicas.
- b) En algunos proyectos no se sabrá qué hacer hasta poco tiempo antes de llevarlos a cabo. Lógicamente, la IEDO va desapareciendo a medida que se va recogiendo información durante el desarrollo del proyecto. Se aprende a medida que se avanza.
- c) Es intrínsecamente difícil -prácticamente imposible- elaborar un plan completo del proyecto. Un plan resulta válido sólo "por unos pocos días".
- d) Como consecuencia, los costes son muy difíciles de estimar al comienzo del proyecto.

En estos casos, la mejor solución es la delegación por confianza. La dirección da autoridad y plena confianza al jefe del proyecto y a su equipo. Esta postura se resume en la frase: "Confío en usted, porque tanto usted como yo estamos comprometidos en esta idea, porque sabe la importancia que este asunto, y usted mismo, tienen para la empresa, y ya que sé que está perfectamente motivado para triunfar, tiene completa autoridad en este proyecto". La confianza y la comunicación son factores básicos.

La delegación por confianza asume, por tanto, que el factor humano es el factor diferencial en el mundo de los negocios. En compañías con IEDO, es la única respuesta. No se puede contar con las herramientas de control y la confianza se convierte en el único factor que se puede utilizar. La delegación por confianza necesita también la aceptación de una cierta pérdida de poder de la dirección.

6.3.2 El punto de decisión crítica. La cancelación de proyectos

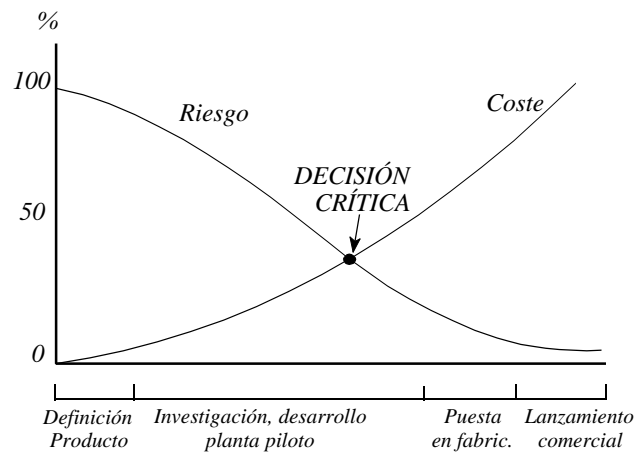
Una de las decisiones más importantes dentro de la gestión de los proyectos es la de acabar o no los proyectos ya iniciados. Cuanto antes se termine con éxito o se cancele, más recursos se ahorrarán. Según la fase de desarrollo en que se encuentre el proyecto, es más fácil o más difícil cancelarlo; en las primeras etapas la decisión de anularlo es más sencilla, porque el gasto acumulado es pequeño y la gente no se encuentra tan comprometida como en las etapas más avanzadas, cuando el gasto acumulado es grande y las personas que participan están mucho más implicadas.

En el transcurso del proyecto se utilizan muchos recursos de la empresa y se generan interdependencias que influyen en el éxito o el fracaso de los proyectos. Por esto el gerente ha de determinar el momento adecuado para dar un proyecto por finalizado y poder reorientar los recursos hacia otros esfuerzos. Hay una serie de razones que impiden que las personas implicadas reconozcan que el proyecto se está desviando: en una situación dinámica es fácil no darse cuenta de un problema hasta que ya es demasiado tarde, y en caso de reconocer que existe el problema, es difícil valorarlo y determinar hasta qué punto está modificando el proceso de trabajo. Un proyecto es una realidad delicada y si las personas no están bien adaptadas al entorno se pueden desviar muy fácilmente de los objetivos.

La figura 6.7 muestra el *punto de decisión crítica*. Este punto señala el momento ideal para que la empresa reflexione sobre la continuidad o la cancelación del proyecto, cuando la incertidumbre ha disminuido notablemente y los gastos importantes no se han efectuado aún. Entre otros, Albala (1975) propone no limitarse al punto crítico y hacer evaluaciones diversas a lo largo de la vida del proyecto, a medida que la incertidumbre disminuye.

La decisión de cancelar anticipadamente está determinada por los cambios en los factores que afectan al proyecto. Algunos de ellos pueden considerarse críticos, como la variación del tamaño y/o las necesidades del mercado, la variación de las regulaciones estatales y la interrupción del suministro de un material clave. Si alguno de éstos falla, debe anularse inmediatamente el proyecto. Por otra parte, hay otros factores que no son determinantes pero que si se presentan conjuntamente también pueden tener fuerza suficiente para anular el proyecto. El método a seguir puede consistir en ponderar los criterios siguientes y olvidarse del proyecto cuando se llega a una cifra determinada. Estos criterios

pueden ser (Martínez, 1993b):



Fuente: Merrifield, 1977

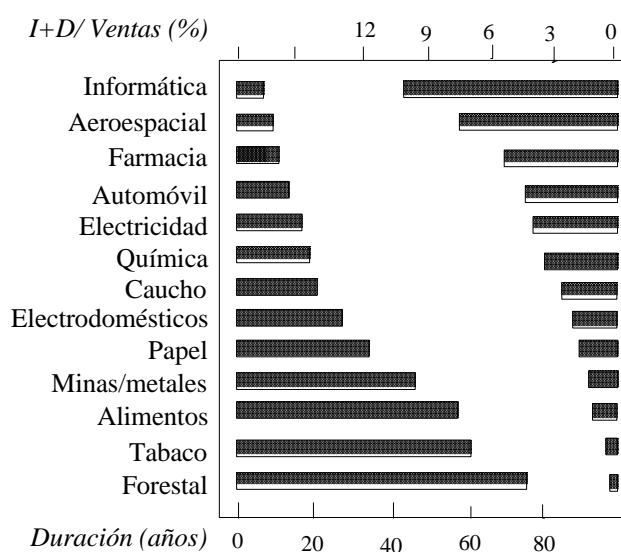
Fig. 6.7 El punto de decisión crítica

- ausencia de apoyo de la alta dirección al proyecto y a las decisiones que se adoptan
- introducción más rápida en el mercado de otros productos competidores del que se está desarrollando
- efectos negativos de los resultados sobre otros productos de la empresa
- modificaciones del entorno tecnológico que afecten negativamente el proyecto
- retraso en la consecución de objetivos técnicos comerciales
- pérdida de colaboración entre los departamentos de marketing e I+D para la resolución del proyecto
- menor compromiso personal del director del proyecto y su efectividad en introducir todos los cambios que sucedan en el entorno
- variación en los objetivos y la estrategia de la empresa, que pueden afectar la orientación de los proyectos de I+D
- disminución de los recursos materiales y humanos dedicados a la I+D; pérdida de compromiso de los trabajadores con los proyectos de I+D y su director
- más presión de otros proyectos sobre los recursos que comparten.

7 La organización de la empresa para la innovación

7.1 Los recursos asignados a la I+D

Invertir en I+D significa asignar recursos a una actividad que se caracteriza por la elaboración y obtención de conocimientos. Como la información es un bien público, los resultados de la inversión no son plenamente apropiables. La empresa no tiene garantías de que sus resultados no serán imitados, por más mecanismos de protección que se establezcan (Surís, 1994). En un capítulo posterior se verá que la protección que ofrecen las patentes es, a menudo, muy débil. En consecuencia, la inapropiabilidad total de los resultados de la inversión conduce a una asignación de recursos menor que la que se obtendría si los resultados fueran plenamente apropiables.



Fuente: "Brief on R&D in Canada". Canadian Council of Professional Engineers, 1983. Citado por Surís, 1994

Figura 7.1 Vida útil de un producto y gasto necesario en I+D

En segundo lugar, la inversión en I+D es más arriesgada que la inversión en proyectos no innovadores. Hay incertidumbre técnica y comercial. Los éxitos técnicos son, en muchas ocasiones, fracasos comerciales. Admitida la aversión al riesgo de los agentes económicos, es necesario suponer que evitarán la inversión en I+D si no es estrictamente necesaria.

Sin embargo, los presupuestos de las empresas para I+D en los países desarrollados son cada vez más elevados. La figura 7.1, procedente de un estudio canadiense, muestra la relación Gastos en I+D/Ventas en los diferentes sectores, contrastándola con la duración útil de los productos. Surís (1994) argumenta de la forma siguiente:

“Si una empresa puede resolver sus problemas de producción y atender las exigencias de los consumidores mediante la tecnología de uso público, no invertirá en I+D. Esto sucede en las economías en que predominan los sectores “tradicionales”. Los problemas técnicos que plantean estos sectores no requieren ninguna dedicación sistemática a I+D. A medida que el proceso de industrialización avance habrá una diversificación progresiva del tejido industrial. Los sectores más avanzados adquirirán más importancia en la estructura productiva. Los problemas técnicos que se planteen serán más complejos, y, por tanto, será necesaria una asignación de recursos superior a alguna forma de desarrollo tecnológico. En esta fase, suele llevarse el protagonismo la adquisición de tecnología exterior, muy ligada a la inversión extranjera. Finalmente, si el proceso de industrialización es tal que adquieren peso creciente sectores claramente pioneros, las exigencias de producción y de los mercados sólo serán satisfechas a base de una actividad sistemática en I+D. En este caso habrá una inversión importante en I+D. Pero esto pasa en muy pocos países”.

Las exigencias de las empresas se articulan alrededor del núcleo de las nuevas tecnologías (microelectrónica, biotecnología, nuevos materiales, telecomunicaciones, informática, etc.). Son pocos los países y empresas punteros en estas tecnologías, que se pueden aplicar en un gran número de sectores, incluidos los más tradicionales; por eso se llaman tecnologías genéricas y las empresas que no disponen de ellas pierden competitividad. No obstante, países y empresas que no son generadores de tecnología pueden ser innovadores en su adopción y utilización.

7.2 El personal de I+D

7.2.1 Una tipología del personal relacionado con la I+D

Roberts (1977), profesor del MIT (Massachusetts Institute of Technology), identificó cinco tipos de personas necesarias para que la idea inicial llegue a su destino, es decir, se convierta en innovación.

En un laboratorio de investigación se necesita una persona encargada de coordinar las actuaciones y asignar los recursos necesarios para conseguir los objetivos fijados por la estrategia empresarial sin olvidar la dimensión humana, alguien que oriente y anime a los investigadores en su trabajo y cree una atmósfera adecuada para mejorar su creatividad. La persona adecuada debería dirigir la investigación, controlar los gastos, hablar con los otros departamentos de la empresa. Esta persona es el director de investigación.

Tabla 7.1 Gastos de I+D en la industria norteamericana en 1994

	Porcentaje sobre las ventas	Gastos de I+D por empleado
Electricidad-Electrónica	5,7 %	8.257,6 \$
Automoción	3,8	9.257,7
Fabricación	2,8	4.409,8
Productos de consumo	1,5	2.414,8
Alimentación	0,8	1.566,0
Vivienda	1,7	2.742,3
Servicios avanzados	1,3	1.431,6
Envase-Embalaje	0,8	1.299,5
Sanidad	9,8	18.451,8
Productos para tiempo de ocio	4,3	6.478,2
Telecomunicaciones	3,3	7.137,3
Papel-Madera	1,0	2.017,9
Informática-Equipos de oficina	7,1	15.898,8
Metal-Minería	0,7	1.451,2
Química	3,7	10.289,1
Aeroespacial-Defensa	4,2	7.106,1
Conglomerados	2,4	5.011,1
Petróleo	0,7	4.267,4

Fuente: Business Week, 3.7.95

Generalmente se trata de un ingeniero o un científico destacado que asume estas responsabilidades. Su tarea consiste en ayudar a crear nuevos productos, introducir la tecnología externa y hacer de comunicador entre los aspectos económicos y los tecnológicos. Este personaje es una pieza clave en las funciones de obtener, implantar y comunicar las informaciones técnicas en toda la empresa.

Además del científico creativo o ingeniero de proyectos, hacen falta otras personas, importantes para que las ideas innovadoras progresen. El empresario o emprendedor (*entrepreneur*) conduce la idea desde la concepción hasta que se produce su salida al mercado. Su personalidad es la de un ser creativo, con una cierta dosis de agresividad, que sabe vender un producto o un proceso. Es menos racional y más emotivo que el científico creativo. Tiene claro lo que quiere conseguir, pero no tanto cómo conseguirlo.

También es importante el papel del jefe de proyecto (*project manager*), que dirige el proceso de la nueva creación, hace los presupuestos y coordina los esfuerzos necesarios para avanzar. Es un perfecto planificador, sabe cómo acortar el tiempo del proyecto y sabe mover los hilos de la organización.

Otro elemento importante es el patrocinador (*sponsor*). Normalmente actúa como abogado y protector para facilitar el paso del estadio de invención a la producción y comercialización, respaldando a las personas implicadas en el proceso del proyecto. Es como un “project manager” con mucha práctica, que

puede ayudar a los emprendedores y a los jefes de proyecto en los problemas que vayan surgiendo. Aporta experiencia que evita que se caiga en los errores de proyectos anteriores.

Finalmente es conveniente que exista una especie de portero (*gate-keeper*), que introduzca información en la empresa y sea capaz de buscar nuevas aplicaciones o nuevos mercados. Se trata de personas curiosas, que están al día en los temas tecnológicos, pueden relacionar muchos ámbitos productivos y económicos diferentes y hacer que los productos solucionen necesidades humanas que no se habían pensado anteriormente.

De todas estas personalidades, la que está más presente en la mayoría de las organizaciones es la primera, el científico; pero si se hace un estudio del comportamiento de las personas implicadas en el desarrollo de un proyecto probablemente se encontrarán trazos de las otras en una o varias de las personas que intervienen en él. Muchas veces una sola persona hace diferentes funciones, desde *gate-keeper* hasta patrocinador.

7.2.2 El conflicto I+D versus gestión

El personal que más frecuentemente se encuentra en los departamentos de innovación, y especialmente en los laboratorios de investigación, son científicos, ingenieros y técnicos. En la empresa se requiere unir la creatividad/investigación y la visión de los negocios. Es necesario encontrar sentido práctico y económico a los inventos. En la industria, los objetivos de los laboratorios de I+D son básicamente tres: la investigación de base, la mejora de productos o procesos y la resolución de los problemas técnicos que aparecen, tanto en la parte productiva como en la parte de desarrollo de alguna actividad. En el campo empresarial el enfoque del científico ha de ser diferente que en el académico; están en juego objetivos, valores y estilos de investigación diferentes. Quien se dedica a hacer investigación debe continuar siendo competente en conocimientos científicos, pero a la vez debe saber utilizarlos para resolver los problemas técnicos prácticos que vayan apareciendo.

El científico o ingeniero generalmente abandona de manera progresiva la investigación de base para volverse más técnico, y, cuando lo permiten las oportunidades de la empresa, abandona la investigación activa para dedicarse a actividades de dirección. Según diferentes estudios, en los científicos se distinguen dos grandes grupos: los que alcanzan su nivel de productividad más elevado aproximadamente a los diez años de acabar la carrera y los que pueden llegar a mayores con la misma productividad y vitalidad, llamados científicos *senior*. La proporción de estos últimos es, con gran diferencia, más pequeña que la de los primeros (Betz, 1987).

Por este motivo, se están creando dentro de las empresas las llamadas carreras profesionales duales. De entre los técnicos jóvenes que se contratan, con el paso del tiempo, algunos dejarán el laboratorio para dedicarse a otras secciones de la empresa, otros llegarán a ser directores de investigación y otros, finalmente, se convertirán en científicos *senior*. Los primeros son los que pasarán a producción, ventas u otras divisiones; se trata de los científicos que han dejado de destacar en la investigación o cuya motivación por la misma ha disminuido. Los segundos continuarán en el laboratorio, y llegarán a ser

directores de las subdivisiones o de los equipos de investigación. Finalmente encontramos a los científicos *senior*, muy motivados y valiosos como investigadores, pero que no están interesados en tareas de dirección. La llamada carrera dual acomoda este tercer grupo dentro de la corporación con *status* y posición económica similares a las de los que se dedican a funciones directivas, ya sea en el propio departamento de I+D como en otras áreas de la empresa.

A diferencia de lo que ocurre en la universidad o en los centros públicos de investigación, que permiten una gran especialización, en el ámbito empresarial los investigadores deben ser, por lo general, multidisciplinarios y deben concentrarse muchas veces en la resolución de diversos problemas técnicos dentro de la organización. Otra diferencia: mientras que los investigadores de la universidad pueden y deben publicar sus trabajos, los de las empresas, por razones obvias, se ven obligados a mantenerlos en secreto.

7.3 Estructuras organizativas y departamento de I+D

7.3.1 Las organizaciones y el cambio

Partimos de la base de que en la investigación juegan un papel muy importante los rasgos individuales de las personas, pero éstas siempre deben contar con una organización adecuada que les dé apoyo y que permita potenciar sus cualidades. En el apartado 4.4 se ha tratado de los rasgos de la organización creativa. En las organizaciones se ha de encontrar un punto de equilibrio entre la eficiencia y la eficacia. En casos de poca estabilidad, a la empresa no le servirá de nada fabricar productos con mucha eficiencia, optimizando los costes y el beneficio, si el competidor lanza un nuevo producto que le arrebatara la cuota de mercado. Sería mejor ser eficaz y poder lanzar este mismo producto, o mejorarlo a tiempo, para poder recuperar la cuota perdida; por eso las organizaciones actuales deben intentar reunir a la vez ambas cualidades.

Las organizaciones tradicionales se concentraban demasiado en querer ser eficientes; basta con recordar el modelo de Taylor de principio del siglo pasado, basado en que “debe encontrarse la mejor manera de producir las cosas”.

Actualmente se necesita recuperar la inversión en muy poco tiempo a causa del acortamiento de la vida de los productos y se han de tomar rápidamente muchas decisiones referentes a compras, marketing, producción, planificación, etc. Por eso se tiende a que una persona lidere el nuevo proceso o producto, se responsabilice de él y se dedique completamente a su desarrollo.

Valerie Stewart (1983), describe las etapas evolutivas que sigue una pequeña empresa innovadora hasta convertirse en una gran corporación. La empresa sigue tres fases o etapas: a) inicial o fundacional, b) de sistematización y c) de integración.

La primera fase consiste en la introducción de nuevos productos, procesos y servicios. El grupo fundador tiene una misión muy clara y trabaja con gran dedicación y entusiasmo. Si el producto tiene éxito

comienza una etapa de rápida expansión. Normalmente la empresa está dirigida por un empresario completamente identificado con la organización, que lidera en todo momento el trabajo del equipo, actuando de manera muy informal. Cuando las empresas comienzan a crecer, con muchas personas implicadas en cuestiones diferentes y sin líneas de actuación claramente definidas, aparecen roces entre los trabajadores por problemas de autoridad y por diferencias de prioridades, y la empresa entra en su primera crisis organizativa. Algunos observadores opinan que las organizaciones que tienen un clima muy innovador no son efectivas en las tareas de producción, que requieren orden y planificación.

La solución para estos problemas iniciales pasa por la sistematización y la burocracia. Es necesario poner orden, clarificar las funciones y diseñar el organigrama de la empresa. Esta fase resuelve los problemas existentes anteriormente pero llega un momento en que se hacen demasiadas reuniones, se pierde agilidad, hay mucho papeleo y se pierde el contacto con los clientes y la accesibilidad al mercado. Las acciones arriesgadas de la primera fase dejan paso a operaciones muy calculadas y de bajo riesgo empresarial. En esta fase las ideas tayloristas se apoderan de la organización, que tiende a la perpetuación de las funciones de siempre.

Las fases anteriores están de acuerdo con el ciclo de vida de la tecnología. La primera etapa está marcada por un gran entusiasmo, con un liderazgo destacado del área tecnológica. Una vez que empieza la producción a gran escala, se cambia el enfoque consistente en intentar satisfacer las necesidades de los clientes al máximo y se pasa a una mecánica de funcionamiento en que la eficiencia de la misma estructura empresarial se convierte en el objetivo primordial. Aumenta la preocupación por la producción, la reducción de costes y la calidad. Se ha pasado de un enfoque hacia el exterior a otro orientado hacia el interior. Si la empresa quiere evitar una nueva crisis, debería volver a la primera etapa y recuperar su antiguo espíritu emprendedor que ahora está ahogado por la propia burocracia. La empresa se ha fosilizado y ha perdido la agilidad para emprender cambios.

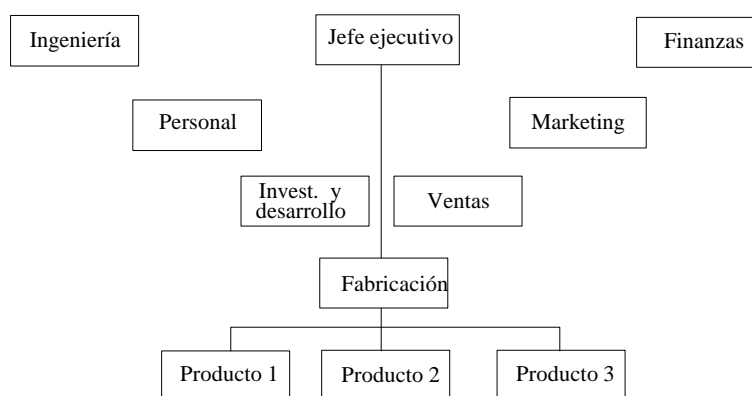
En la tercera fase, que Stewart denomina “de integración”, se intenta combinar el necesario orden en la producción con la recuperación de la creatividad perdida, que permita la supervivencia en el largo plazo. Se trata de integrar los métodos avanzados de fabricación con el desarrollo de nuevos productos y la mejora continua de los procesos. Esta organización “integrada” requiere descentralización, concesión de una mayor autonomía a las divisiones, renovado estrechamiento de las relaciones con los clientes y un mayor esfuerzo en el lanzamiento de nuevos productos. Es necesario encontrar un equilibrio entre los enfoques exterior e interior, entre la eficiencia diaria y la preparación del futuro (Twiss y Goodridge, 1989).

7.3.2 Estructuras organizativas

Se ha visto que el cambio tecnológico amenaza siempre el orden existente. A menudo, las empresas no se adaptan con suficiente rapidez debido a la rigidez de sus estructuras. Es necesario considerar dos problemas organizativos: a) la gestión de los cambios, tales como la introducción de las nuevas tecnologías o la preparación de nuevos productos, y b) el funcionamiento de la organización, una vez efectuados los cambios. El primer problema tiene carácter claramente transitorio mientras que el segundo tiende a la permanencia.

Las típicas organizaciones funcionales (figura 7.2) intentan el segundo objetivo mediante la clara delimitación de funciones y responsabilidades, el control centralizado, etc., pero se muestran poco aptas para gestionar los cambios. Por eso, a veces se implantan estructuras híbridas, en las que junto a la organización funcional que asegura la producción (figura 7.2), se crean en paralelo equipos de trabajo (*task teams*) para misiones específicas. La figura 7.3 muestra un equipo de trabajo para la introducción de las tecnologías avanzadas de producción en la empresa.

Cada forma de organización tiene, pues, sus ventajas e inconvenientes. Sin ser exhaustivos, a continuación se describen, siguiendo la propuesta de Twiss (1974), un clásico del tema, los principales tipos de organizaciones.



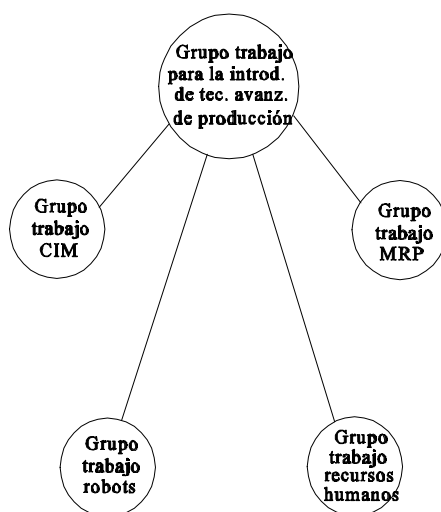
Fuente: Twiss i Goodridge, 1989

Fig. 7.2 Estructura de una organización funcional

Organización por especialidades científicas

Los laboratorios de investigación se organizan de la misma manera que en las universidades: por especialidades tecnológicas o científicas; es decir, existen departamentos de metalurgia, física, química, etc. Esto facilita al investigador que procede de la universidad su rápida adaptación, ya que el cambio no es muy brusco. Trabaja en un campo donde se ha estado preparando muchos años y su competencia profesional será valorada por un superior formado en la misma especialidad y con competencia para juzgar su rendimiento. Esta estructura es muy apropiada para adquirir nuevos conocimientos en un campo determinado pero no para resolver problemas rápidamente, porque está orientada básicamente al largo plazo.

El mayor inconveniente consiste en que muchas veces las innovaciones proceden de las interrelaciones entre departamentos o disciplinas diferentes, y en este tipo de estructura estas interrelaciones no suelen producirse a menudo. Por todo ello, esta estructura no es adecuada para la innovación tecnológica, pero sí para la adquisición de conocimientos y la formación de personal de I+D.



Fuente: Twiss i Goodridge, 1989

Fig. 7.3 Estructura por grupos de trabajo

En muchas grandes empresas se ha planteado el dilema de elegir entre un gran laboratorio central o varios laboratorios descentralizados en las distintas divisiones. Muchas empresas han situado el núcleo principal de investigación a largo plazo en un laboratorio de investigación centralizado, separado físicamente de las unidades de producción. Se obtiene la ventaja de que los problemas a corto plazo no interrumpen la investigación de base. Este relativo aislamiento da facilidad para trabajar sin interrupciones, evita duplicación de trabajos, centraliza los equipos de experimentación y facilita la creación de grupos de investigación eficaces en un gran número de especialidades. Por el contrario, este laboratorio está demasiado alejado del mercado y de las necesidades de las divisiones operativas, el sentido del beneficio queda diluido, pueden haber problemas de comunicación entre el laboratorio central y los de las divisiones y se tiende a descuidar la investigación a medio plazo, que sería la que debería hacer un laboratorio a medio camino entre las divisiones y el laboratorio central. Toshiba es un ejemplo de empresa que organiza los proyectos de I+D a largo, medio y corto plazo en equipos separados (Bowonder y otros, 1995).

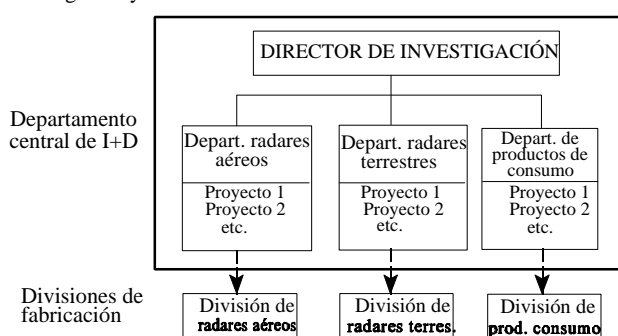
Organización por proyectos

Se supone ahora que el proceso de obtención de un nuevo producto consta de varios proyectos, cada uno de los cuales tiene un objetivo definido, y que, evidentemente, deben coordinarse entre sí. En este caso se acostumbra a nombrar a un director para que coordine los diferentes proyectos. Normalmente este director-coordinador dirige directamente al personal de su especialidad pero no manda al personal restante, que continúa dependiendo de los jefes de sus respectivas especialidades. Al no tener autoridad jerárquica, este director debe poseer una notable habilidad política para llevar el proyecto a buen puerto. Este modelo está situado en una posición intermedia entre la organización por especialidades científicas y la matricial, que se describirá inmediatamente.

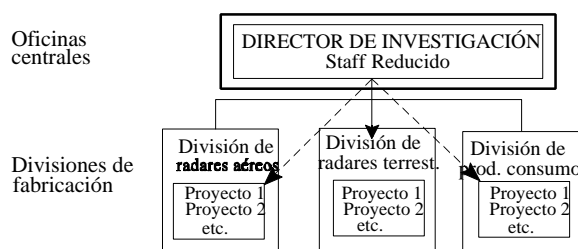
Organización por líneas de productos

La gran empresa adopta con frecuencia una organización multidivisional, en la que cada división produce una determinada línea de productos. A menudo, estas divisiones gozan de gran autonomía y disponen de sus propios laboratorios de I+D, encargados de poner a punto los nuevos productos de la división. Es evidente que esta estructura puede ser muy ágil y permitir un estrecho contacto con el usuario final, pero la empresa puede incurrir en duplicidades innecesarias y desaprovechar las sinergias que un laboratorio centralizado hace posible. La figura 7.4 muestra dos ejemplos de organización por líneas de productos, la primera con un laboratorio central de I+D y la segunda con laboratorios divisionales descentralizados.

a) Investigación y desarrollo centralizados



b) Investigación y desarrollo descentralizados



Fuente: Twiss, 1974

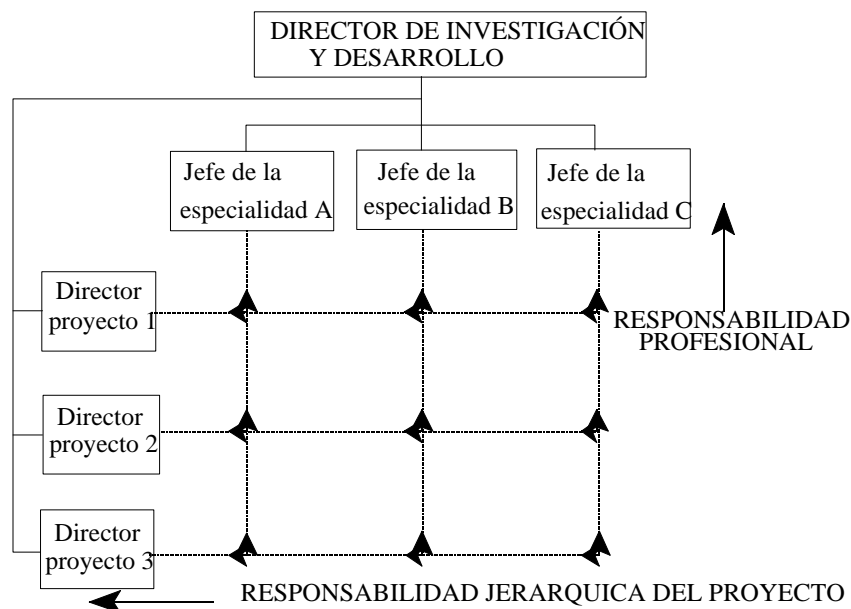
Fig. 7.4 Organización por líneas de productos

Organización matricial

Es una variante de la dirección de proyectos que pretende evitar las dificultades de una simple organización por proyectos -como la mencionada anteriormente- mediante la clara separación entre las responsabilidades jerárquicas y las profesionales. Es un modelo de organización mixto, con

elementos que proceden de la dirección de proyectos y elementos derivados de la estructura profesional jerárquica en la empresa. Aparece la figura clave del director de proyecto, denominado también jefe del proyecto, *product manager* o *project manager*, quien dirige el proyecto de principio a fin, sin que se produzcan discontinuidades.

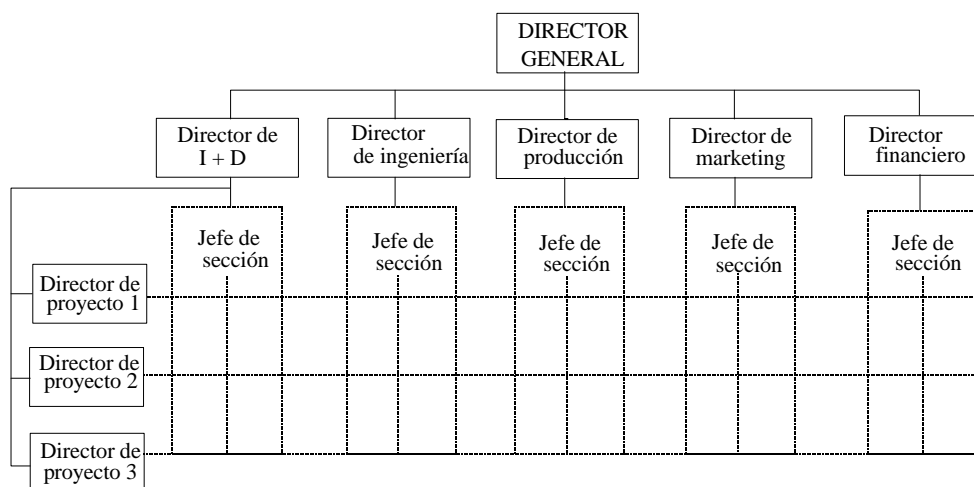
Ante el director de I+D responden tanto los directores de proyectos como los directores de las especialidades (aunque, en cierto casos, el director del proyecto depende directamente del director general de la empresa). El investigador individual es responsable, ante el director de proyecto, de la consecución de los objetivos y de los plazos del proyecto, y ante su director de especialidad, de los aspectos profesionales de su trabajo (figura 7.5 y 7.6). Se contradice una de las reglas tradicionales de la dirección de empresas: que nadie debe depender de más de un jefe (Galbraith, 1971; Twiss, 1974; Vasconcellos, 1977). Esta doble dependencia requiere un equilibrio delicado, cuyo éxito depende de las cualidades y aptitudes de los directores afectados.



Fuente: Twiss, 1974

Fig. 7.5 Organización matricial

A medida que avanza el proyecto varía la implicación de los diferentes departamentos. La figura 7.6 muestra cómo los departamentos de ingeniería, producción, etc., se van incorporando paulatinamente a la organización matricial. La responsabilidad principal del *product manager* es la gestión y la marcha del proyecto, más que la solución de los problemas tecnológicos, confiada a los directores de I+D de las áreas funcionales. A pesar de su ambigüedad, este tipo de organización suele dar buen resultado.



Fuente: Twiss, 1974

Fig. 7.6 Organización matricial en todo el proceso de la innovación

Estructura organizativa para el futuro

La preocupación por adoptar un tipo de organización que satisfaga las necesidades de la innovación tecnológica ha llevado al convencimiento de que la flexibilidad es muy importante. Las empresas más dinámicas suelen modificar a menudo sus organigramas, intentando adaptarse a las circunstancias cambiantes.

En los años 70 se dibujaban dos tendencias organizativas distintas en la gran empresa (Twiss, 1974): por un lado la organización matricial y, por otro, la división de la empresa en varios negocios, intentando reproducir la agilidad y simplicidad de la pequeña empresa (decisiones rápidas, líneas cortas de comunicación, gusto por el riesgo,...)

En los años posteriores han proliferado las estructuras híbridas, que intentan aprovechar las ventajas de cada modelo. Se centraliza la investigación para proporcionar la base tecnológica a largo plazo, organizada por especialidades. Se adopta la organización matricial para el desarrollo de los proyectos.

Algunos proyectos importantes de gran importancia estratégica se desarrollan de forma independiente, formando equipos que trabajan fuera de la estructura de la empresa (*dirección de riesgos*). Además se crean empresas nuevas para impulsar ideas que han surgido en el interior de la empresa. Las ventajas e inconvenientes de cada tipo de organización se resumen en la tabla 7.2.

En los últimos años han surgido nuevas formas organizativas. La *ingeniería concurrente* o *simultánea* será tratada en el apartado 7.4 y los nuevos diseños organizativos apropiados para las grandes

empresas en el 7.5. El apartado 7.6 examinará la empresa-red o empresa-virtual.

Tabla 7.2 Características de las estructuras organizativas

<i>Grado en que la estructura satisface los criterios organizativos</i>					
	<i>Organización por especialidades</i>	<i>Dirección de Proyectos</i>	<i>Organización por líneas</i>	<i>Organiz. Matricial</i>	<i>Dirección de riesgos</i>
<i>1. Creación de capital tecnol.</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo/medio</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
<i>2. Desarrollo prof. del personal</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo/medio</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
<i>3. Formación direc- tiva del personal</i>	<i>Bajo</i>	<i>Medio</i>	<i>Medio</i>	<i>Alto</i>	<i>Muy Alto</i>
<i>4. Cumplimiento de los objetivos de los proyectos a corto plazo</i>	<i>Bajo</i>	<i>Medio</i>	<i>Medio/alto</i>	<i>Medio/alto</i>	<i>Muy Alto</i>
<i>5. Implicación del personal de marketing, fabricación y finanzas</i>	<i>Bajo</i>	<i>Bajo</i>	<i>Medio</i>	<i>Medio/alto</i>	<i>Alto</i>
<i>6. Transferencia de tecnología</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo/medio</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
<i>7. Identificación con la empresa</i>	<i>Bajo</i>	<i>Bajo</i>	<i>Medio</i>	<i>Medio</i>	<i>Medio/ Alto</i>

Fuente: Twiss, 1974

7.4 El proceso de desarrollo de nuevos productos y las relaciones entre departamentos

7.4.1 Del proceso secuencial a las interacciones continuadas

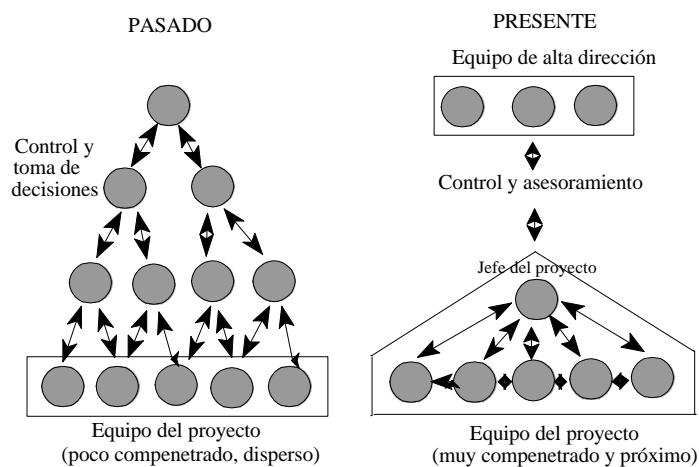
Se ha visto en el caso de la organización matricial como el paso del proyecto de la fase de I+D hasta la de producción se hacía sin complicaciones mediante el cambio de la composición de las personas integrantes. Pero pueden presentarse problemas; por ejemplo, a menudo los primeros productos presentan defectos que no tenían los prototipos de prueba. Una comunicación deficiente entre los departamentos dificulta la solución rápida de estos problemas. Muchas veces, la misma estructura organizativa impide que los conocimientos prácticos del departamento de I+D -que no suelen escribirse- pasen al de producción.

Cuadro 7.1 Cambio en la gestión de proyectos en Hewlett-Packard

Hewlett-Packard, la legendaria empresa fundada por Bill Hewlett y David Packard en el año 1939 en un garaje de Palo Alto, California, es una de las compañías más innovadoras del mundo. Produce impresoras, plóters - impresoras de grandes dimensiones, fabricadas en la planta de Sant Cugat, Barcelona -, ordenadores personales, estaciones de trabajo de gran capacidad, sistemas,... Hewlett Packard lanza un nuevo producto cada diez días. Un 50% de sus ventas proceden de productos lanzados en los últimos tres años. "Si eres seguidor no llegas a tiempo", afirma Juan Soto, consejero-delegado de Hewlett-Packard España.

La empresa tiene un código ético basado en promover al máximo la creatividad de los empleados, reducir la jerarquización y fomentar un cierto igualitarismo. Las oficinas centrales de Hewlett-Packard en España no tienen despachos; los empleados están separados por discretas mamparas. Quizás la intimidad es menor pero hay mucha más comunicación.

En un cierto momento, Hewlett-Packard cambió el sistema de gestión de sus proyectos con el objetivo de reducir el *time to market*. En la organización antigua los proyectos eran desarrollados por equipos poco conjuntados y las decisiones se tomaban en los niveles superiores de la jerarquía, como ilustra la figura 7.7. En la nueva organización el equipo multidisciplinario trabaja muy unido, en comunicación constante, tiene mucha autonomía y toma las decisiones el jefe de proyecto, que forma parte del equipo. Actuando así, la dirección no se olvida del control del proyecto. Periódicamente, cuando se alcanzan hitos bien definidos, la dirección pasa revista al proyecto y dialoga con el equipo. El papel de este seguimiento es múltiple: recibir información sobre la marcha del proyecto, evaluarlo, discutir y tomar algunas decisiones críticas y, en general, resolver los problemas que vayan surgiendo y respaldar al equipo en el transcurso del proyecto. Los equipos multidisciplinarios son más eficaces que los individuos separados. Sus miembros integran y resuelven mejor, a través de la comunicación constante, los diversos aspectos del proyecto: técnicos, comerciales, financieros,...



Fuente: a partir de Arthur D. Little, 1991

Fig. 7.9 División de aparellaje médico de Hewlett-Packard. Equipos multifuncionales

En el proceso de creación de los nuevos productos, que incluye aspectos tan variados como la incertidumbre, los ciclos de la vida o las estrategias de *marketing* y de tecnología, un factor cada vez más determinante es el tiempo de desarrollo (*time to market*). No sólo las premisas generales de calidad, bajo coste y diferenciación son piezas clave para ser competitivos, sino que también lo son la rapidez y la flexibilidad.

Los tres primeros puntos de preocupación, según las encuestas sobre la estrategia productiva efectuadas a importantes directivos japoneses, europeos y americanos, fueron conseguir una alta calidad, evitar costes fijos elevados e introducir los nuevos productos a tiempo. En las cuestiones relativas a la competitividad se detectó una visión diferente; los occidentales priorizaban las prestaciones y la calidad, mientras que los japoneses preferían los precios bajos y la introducción rápida de los productos. Esto justifica la importancia que se concede actualmente a este aspecto.

En el enfoque convencional, el proceso de desarrollo de proyectos evolucionaba como una carrera de relevos donde cada grupo de especialistas en una función pasaba el testigo al siguiente. Los procesos se iban realizando secuencialmente: investigación básica, investigación aplicada, desarrollo de producto, prototipo, producción y ventas (Takeuchi y Nonaka, 1987).

Además de una sucesión secuencial de fases, se establecía una división y especialización de funciones; los ingenieros seleccionaban el proyecto más correcto, los responsables de *marketing* estudiaban las necesidades de los clientes y los posibles enfoques para la concepción de nuevos productos, los ingenieros de producción estudiaban la manera más eficiente de trabajar y otros especialistas se hacían cargo de las restantes etapas de la vida del proyecto. Como los ingenieros de fabricación no conocen suficientemente el producto que se pretende fabricar, pueden tardar mucho tiempo en hacerlo viable. Asimismo los expertos de control de calidad y seguridad o servicio técnico han de hacerse cargo de unos productos que apenas conocen. Muchas veces en la etapa de producción es necesario modificar el diseño, ya que éste no se adapta al proceso productivo, lo que retrasa y encarece todo el proyecto. Si fuese posible suprimir estos errores los costes se reducirían drásticamente.

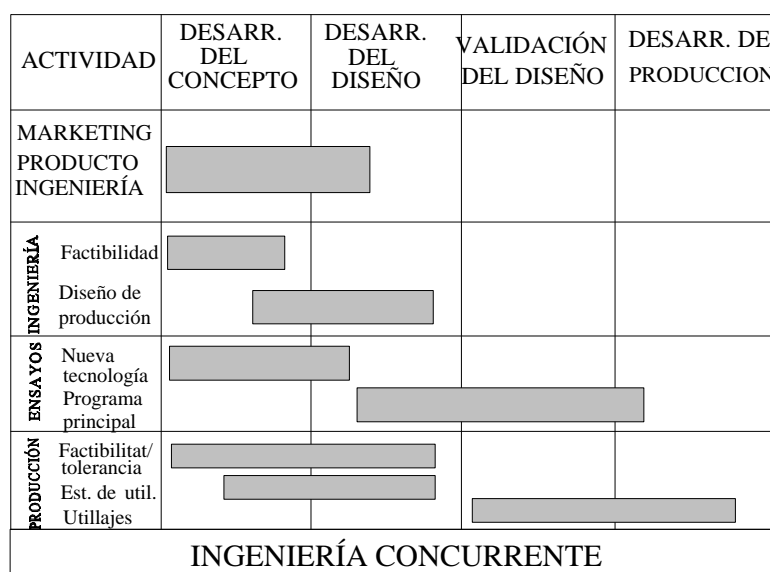
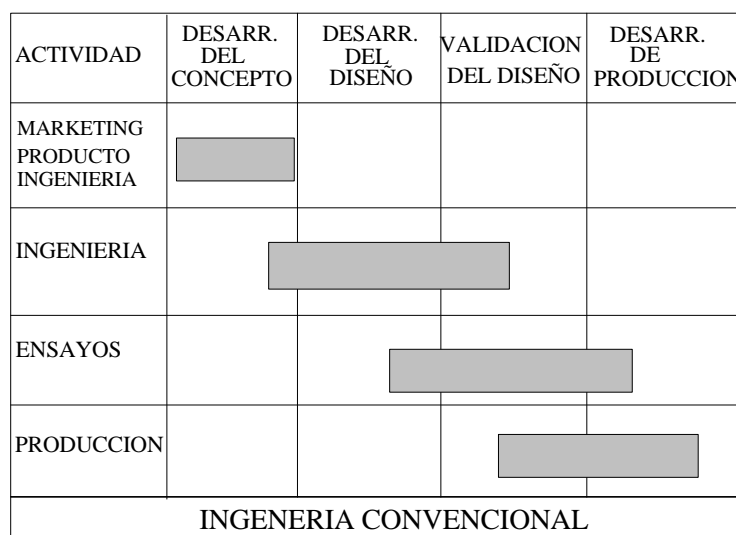
Los problemas de las relaciones, enlaces o interfases entre I+D-Producción, I+D-Diseño e I+D-Marketing han sido analizados profusamente (Souder y Chakrabati, 1978; Dean y Susman, 1989; Gupta, Raj y Wileman, 1990; Van Dierdonck, 1990; Martínez, 1990).

7.4.2. La ingeniería simultánea o concurrente

Este modelo secuencial se ha ido cuestionando y se ha ido imponiendo la necesidad de conexión o enlace entre las fases, los departamentos y las funciones. Takeuchi y Nonaka proponen substituir el modelo “carrera de relevos” (cuando un corredor termina su recorrido su compañero comienza a correr), mencionado anteriormente, por el modelo “rugby” donde cada delantero avanza pasando la pelota al compañero (todos avanzan al mismo tiempo).

En el primer modelo, la superposición entre las fases no ocurre o sólo tiene lugar brevemente al final de una fase y el comienzo de la siguiente. En el segundo, la superposición es constante hasta el final

definitivo del proyecto; en este modelo se basa la *ingeniería simultánea o concurrente* (figura 7.8). En este modelo se produce la interacción continua de un equipo multidisciplinar, cuyos miembros trabajan juntos desde el principio hasta el fin. En lugar de desarrollarse en fases definidas y estructuradas, el proceso se basa en la interacción constante de los miembros del equipo. Este modelo es conocido propiamente como ingeniería simultánea o concurrente (Hartley, 1990, Barba, 1993).



Fuente: Hartley, J., 1990

Fig. 7.8 Ingeniería convencional versus ingeniería concurrente

Las empresas japonesas aplican la ingeniería simultánea en el desarrollo de productos con dos criterios básicos:

- *Integración interna.* Estructura participativa en todos los departamentos, que permita optimizar la ejecución de las actividades.
- *Integración externa.* Colaboración de los proveedores para conseguir la reducción del coste del producto y del tiempo de desarrollo.

El concepto de ingeniería simultánea se enfrenta, en definitiva, a la concepción secuencial del proyecto. Es una estrategia destinada a reducir el tiempo de diseño del producto mediante la planificación simultánea del producto y del proceso de producción. Los proveedores de los medios de producción trabajan también en paralelo con el departamento de producción durante la fase de diseño del producto, que a su vez trabaja con la oficina técnica y, de este modo, es posible preparar los medios de producción con mucha antelación. Se consiguen así tiempos de desarrollo y costes menores. La participación de equipos multidisciplinares se produce desde las fases iniciales, lo que reduce costes y evita modificaciones del diseño en las etapas posteriores. Esta participación permite que los responsables de *marketing* y ventas puedan opinar desde el principio, y no hagan cambiar aspectos decisivos en las últimas etapas del proyecto, como pasaría en el modelo tradicional.

La utilización de la ingeniería simultánea implica una flexibilidad en la organización empresarial. El responsable de I+D debe aceptar que algunas decisiones difíciles, tomadas sin el asesoramiento de los departamentos de *marketing*, calidad, diseño o producción, puedan resultar ineficaces y erróneas. De hecho, un frecuente obstáculo serio suele ser el aislamiento del personal de I+D respecto a los restantes departamentos.

La clave del éxito consiste en conseguir un proceso de diseño disciplinado, con un equipo multifuncional que trabaje en todos los aspectos del proyecto a medida que éste avanza y sepa relacionar los departamentos de manera acertada.

Los estudios económicos muestran que la fase del diseño representa sólo una parte muy pequeña de los costes totales del producto (10% aproximadamente), aunque es la que determina la gran mayoría (85-90%) de los costes que tendrá el producto a lo largo de su vida y condiciona decisivamente el nivel de la calidad y la facilidad de fabricación. El diseño de un producto determina en una gran proporción los costes de producción, verificación y mantenimiento. Evitar alguna de las etapas de fabricación o mejorar el proceso puede reducir costes que lo harían inviable. Los productos deben tener el menor número posible de componentes -los cuales, si es posible, deben estar normalizados-, y se han de poder montar con métodos asequibles al departamento de fabricación.

Esta manera de funcionar se traduce en el Japón en el hecho de que se hacen múltiples modificaciones de los productos antes de empezar la producción, pero no después, como pasa frecuentemente en las empresas occidentales, que modifican el producto incluso después de haber empezado el proceso de producción. Los recursos humanos para llevar a cabo la ingeniería simultánea son el equipo interdisciplinar y el *product manager*, que debe coordinar el coste del proyecto, los plazos y las

demandas del mercado y la rotación interna de los departamentos de ingeniería y fabricación. En las empresas japonesas es interesante notar la gran cantidad de ingenieros dedicados a la producción con respecto a las empresas occidentales. La implantación de la ingeniería simultánea refuerza la introducción de una buena integración de la información y el uso del CIM (Computer Integrated Manufacturing).

7.5 La gran empresa y la innovación

En los años setenta muchos sectores de la industria sufrieron los efectos de la intensa crisis económica, incluso en los Estados Unidos. Las grandes empresas fueron acusadas de ser demasiado rígidas, burocráticas y lentas en adaptarse a los cambios, y miopes en sus decisiones estratégicas. Parecía que habían perdido su capacidad innovadora, especialmente frente al dinamismo de las pequeñas empresas. Era urgente que la gran empresa recuperara las virtudes que la habían hecho crecer en el pasado.

En este contexto, Burgelman (1990) postula la existencia simultánea de dos procesos diferentes en las empresas grandes: a) un proceso en el que el comportamiento estratégico de las diferentes divisiones o unidades es inducido por el concepto predominante de estrategia del grupo empresarial, y b) un proceso en el que el comportamiento estratégico autónomo de las diferentes divisiones a nivel operativo crea la base para corregir el concepto de estrategia de la empresa.

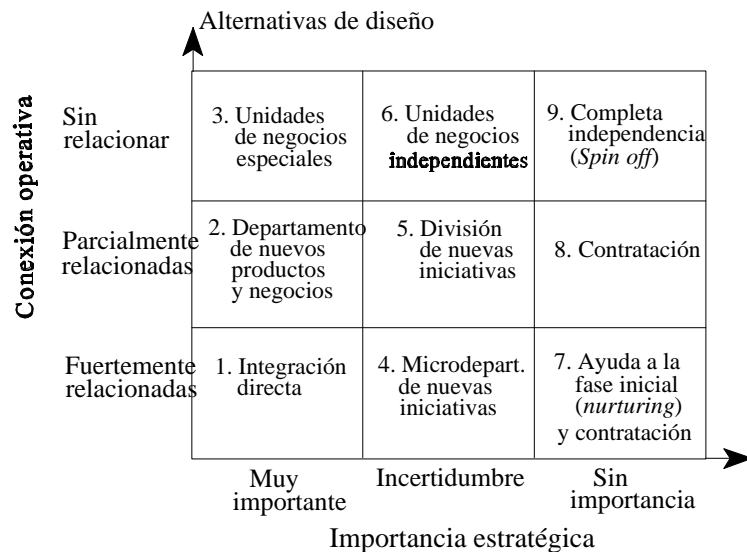
El comportamiento autónomo plantea a la dirección el problema de cómo seleccionar las nuevas iniciativas empresariales internas (*intrapreneurship*) y cómo insertarlas en un concepto más amplio de la estrategia de la empresa. El problema consiste en cómo la dirección de la gran empresa puede mejorar su capacidad de gestionar un comportamiento estratégico autónomo, dado que, por definición, no encaja con la actual estrategia corporativa. La figura 7.9 muestra los tipos de alternativas en función de la conexión operativa con la gran empresa, por un lado, y la importancia estratégica del proyecto para la empresa, por otro. Se comentan a continuación estas nueve alternativas.

Integración directa. Una conexión operativa y una gran importancia estratégica requieren fuertes vínculos administrativos y operativos. El nuevo proyecto o negocio debe integrarse en el núcleo central de la empresa.

Departamento de nuevos productos y negocios. Proyectos de gran importancia estratégica pero con una conexión operativa limitada. Tal vez la mejor solución puede consistir en la creación de un departamento separado para cada proyecto.

Unidad de negocios especiales. Cuando la relación operativa es pequeña y la importancia estratégica muy grande. Pueden crearse unidades especiales para su desarrollo que más adelante pueden convertirse en partes integrantes de la empresa. El proyecto del PC de IBM en la famosa unidad de Boca Ratón, Florida, lejos de la burocracia de la sede central, constituye un buen ejemplo de este tipo de organización.

Microdepartamento de nuevas iniciativas. En los casos en que la importancia estratégica no esté muy clara y se requieran estrechas conexiones operativas.



Fuente: Burgelman, 1984, 1990

Fig. 7.9 Diseños de organizaciones para nuevas actividades empresariales

División de nuevas iniciativas. Situaciones de la máxima ambigüedad. Se pretende que estos proyectos se desarrollen en el interior de la empresa hasta que se alcance una mayor claridad sobre su importancia estratégica.

Unidades de negocios independientes. Una importancia estratégica incierta y una baja conexión operativa, ya que el proyecto no tiene casi nada en común con lo que hace la empresa, pueden hacer conveniente la creación de unidades externas a la empresa. La dirección de la gran empresa mantiene el control participando en el consejo de administración de estas nuevas empresas.

Ayuda en la etapa inicial (nurturing) y contratación. Cuando el nuevo negocio generado presenta poca importancia estratégica para la gran empresa. La dirección puede ayudar a estos emprendedores a establecerse, participando a veces de forma minoritaria en su capital. Puede también contratar sus servicios, siempre que sean de interés para la gran empresa.

Contratación. Poca importancia estratégica y mediana conexión operativa. Tal vez sea posible que la gran empresa contrate sus servicios.

Completa independización (Spin-Off). Si los vínculos operativos son muy bajos y la importancia estratégica también se puede pensar en una plena independización como la solución más adecuada.

Cuadro 7.2 La ingeniería simultánea en Nissan

<i>Concepto</i>	Sistema de desarrollo de productos en un entorno altamente competitivo con el que se consigue: reducir el tiempo del proyecto, optimizar el coste y conseguir la máxima calidad
<i>Premisas fundamentales: compromiso y participación</i>	<p>Compromiso. La implantación de la ingeniería simultánea es una decisión corporativa requiere que la alta dirección asuma los aspectos fundamentales siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Presupuesto de I+D adecuado -Medios tecnológicos avanzados -Incremento de los recursos humanos -Adaptación de la organización respecto al procedimiento secuencial de desarrollo <p>La implantación de la ingeniería simultánea requiere también:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Compenetración de las áreas de <i>marketing</i>, finanzas, I+D, compras, producción y calidad. -Implantación paralela en las áreas internas de fabricación de carrocerías y grupos mecánicos. -Compromiso mutuo empresa-proveedores -Disponibilidad efectiva de los recursos indispensables requeridos a los proveedores. <p><i>Participación.</i> El producto no es patrimonio exclusivo del área de Investigación y Desarrollo. Lo ha de conocer toda la empresa desde su creación y participar de la forma eficaz en su proyecto.</p>
<i>Qué se espera de los proveedores</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experiencia en una tecnología especializada (<i>know how</i> de tecnología de producción de ideas para reducir costes 2. Participación activa desde las primeras etapas del desarrollo (contacto frecuente, actitud positiva para obtener la información necesaria y no esperar para preguntar) 3. Actitud positiva para compartir riesgo/responsabilidad en el desarrollo 4. Flexibilidad ante cambios en el diseño (<i>Timing</i>, coste) 5. Control ante la información confidencial

Fuente: Carlos Morant, director de Coordinación de Nuevos Productos en Nissan Motor Ibérica, en una conferencia impartida el 25.5.1993 en la EOI (Escuela de Organización Industrial) de Madrid

7.6 La empresa virtual

La transición desde una sociedad industrial a una postindustrial está produciendo importantes efectos en la división internacional del trabajo y en la organización de las empresas, y producirá cambios todavía más notables en los próximos años. Esta transición amenaza la estructura de las grandes empresas y su capacidad de adaptarse a las nuevas situaciones. Ultimamente se está popularizando el término *empresa virtual*, de funcionamiento en red, usado por diferentes autores (Piccaluga, 1995) para referirse tanto a redes de pequeñas empresas como a redes encabezadas por una gran empresa:

a) *Redes de pequeñas empresas* que, entre todas, actúan como una gran empresa. Según Merli y Saccani (1994) esta “empresa virtual” está formada por “un grupo o *cluster* de empresas autónomas

Cuadro 7.3. La empresa red: el caso Benetton

La pequeña empresa que los cuatro hermanos Benetton fundaron en 1965 en Ponzano, localidad de la región del Véneto, Italia, se ha convertido en la primera productora mundial de género de punto de lana, después de unos años de crecimiento desenfrenado. Benetton es el ejemplo paradigmático de innovación en los sectores tradicionales.

Hace unos años, Keith Pavitt, del prestigioso SPRU (Science Policy Research Unit) de la Universidad de Sussex, había calificado el textil como un sector “dominado por los proveedores”, es decir, que no innovaba sino que se limitaba a introducir innovaciones desarrolladas por otros sectores, fundamentalmente los fabricantes de maquinaria. La empresa italiana desmiente rotundamente esta hipótesis, innovando de forma espectacular tanto en productos como en procesos, y, sobre todo, en los aspectos organizativos.

Diseño y tecnología. Benetton amplió la gama de artículos añadiendo en los jerseys y vestidos de género de punto de lana de la primera etapa los pantalones tejanos y la ropa de algodón. Inicialmente, introdujo los colores pastel en la ropa informal. Las técnicas de diseño CAD-CAM fueron adoptadas muy temprano.

Una innovación notable consiste en teñir los productos una vez elaborados, cosa que permite seguir más rápidamente las variaciones de la demanda y disminuir las existencias. Como esta tecnología es más cara, no se aplica a las colecciones iniciales sino solamente a la reposición de los productos que se van vendiendo, cuando la rapidez es un factor clave. Por otro lado, esta técnica sólo se puede aplicar en prendas de un solo color.

Producción. El 1988 Benetton tenía 12 plantas de fabricación con 1.600 trabajadores y subcontractaba buena parte de la producción a una red de unas 300 pequeñas empresas, con unos 20.000 obreros, situados cerca de las mismas plantas. Una empresa subcontractada típica tiene unos 20-40 trabajadores, aunque las hay mayores. Cada una de estas empresas es responsable de una fase del proceso solamente, nunca de la fabricación del producto entero. No es necesario decir que la inversión que se ahorra Benetton actuando así es considerable.

Distribución. Benetton fue la primera empresa que introdujo la franquicia en el sector de la confección. El 1975 disponía de 200 tiendas en Italia. El 1989 tenía una red de 4.500 tiendas en todo el mundo. Benetton sólo vende sus productos a sus tiendas franquiciadas. Las exportaciones van unidas, pues, a la creación de la red de puntos de venta; la estrategia es “productos con tiendas”. Una tienda estándar coloca todo el género en las estanterías, ahorrándose el almacén.

La red de tiendas es atendida por unos agentes de ventas, que no son empleados sino que trabajan a comisión. Estos agentes tienen almacenes intermedios y reciben pedidos de las tiendas de su área.

Organización. Las antenas del sistema de información de Benetton son las tiendas, que semanalmente informan de sus ventas a la sede central de Ponzano con gran detalle (modelos, colores, tallas). La central recibe también los pedidos de sus agentes de ventas y con esta información planifica la producción y modifica los modelos en función de las tendencias. Benetton no produce para almacenar sino que lo hace en función de los pedidos que va recibiendo, lo que tiene una enorme influencia en los costes.

La central de Ponzano actúa como un nudo entre la red de productores y la red de puntos de venta al público. El sistema funciona de forma muy flexible, casi *just in time*.

Fuente: Belussi, 1989

que actúan

de forma integrada y coordinada, en una red, capaz de asumir la mejor configuración para aprovechar las oportunidades de negocio que ofrece el mercado”. Los “distritos industriales” formados por

pequeñas empresas situadas en la misma localidad, especializadas cada una en una fase de la producción del mismo sector, constituyen buenos ejemplos de estas redes. Los distritos han sido muy estudiados en Italia (lana en Prato, confección en Carpi, cerámica en Sassuolo, industria alimentaria en Parma, joyería en Vicenza,...), aunque también son frecuentes en España (calzado en Elda, Elche, Monóvar y Villena, cerámica en Onda, Castellón, Nules, Alcora y Vila-real, juguetes en Ibi y Onil,...). Para muchos autores, el fenómeno del Silicon Valley no es otra cosa que un distrito industrial en los sectores de la informática y la electrónica.

b) *Grandes empresas* que interactúan con otros actores con intensidad creciente, de forma que las fronteras entre unos y otros se vuelven imprecisas. Hoy los clientes juegan un papel más importante que en el pasado en la definición de los proyectos, como se verá, en el capítulo dedicado a los nuevos productos. También los suministradores actúan a menudo en estrecha coordinación entre sí o con la empresa compradora, integrándose en los mismos proyectos de investigación, como se ha visto en el apartado dedicado a la ingeniería simultánea. Por otro lado, el tema de las grandes empresas que establecen alianzas para hacer investigación en común es de gran actualidad, y será tratado en un capítulo posterior. La circulación de la información y la velocidad de respuesta son fundamentales en estas redes.

Son ejemplos de estos comportamientos las redes formadas por grandes empresas y sus proveedores subcontratados, como en los casos de la italiana Benetton (ver el cuadro 7.3) o la española Zara, en el sector textil. La empresa colombiana Agil Bordados, situada cerca de la ciudad de Cali, coordina a más de 2.000 productores individuales de bordados de gran calidad, que exporta a todo el mundo. Las relaciones entre SEAT o Nissan y sus proveedores adoptan también la forma de redes. Es conocido también el caso de la japonesa Toshiba, que concentra su investigación interna en sus capacidades esenciales (*core competences*) y adquiere capacidades no esenciales mediante alianzas estratégicas con otras empresas (Bowonder, Miyake y Butler, 1995). Esta red de alianzas configura también una especie de empresa virtual.

Todo parece indicar que el tema de la empresa virtual experimentará una evolución notable en los próximos años.

8 Nuevos productos: concepción, *marketing* y comercialización

8.1 Introducción: nuevos productos, la visión desde el *marketing*

El lanzamiento al mercado de un nuevo producto representa la culminación de un largo proceso. La idea inicial se ha materializado en un producto que, si tiene éxito, se convertirá en una innovación.

El número de nuevos productos que se lanzan cada año aumenta en rápida progresión. Es una lástima que un tercio de estas aventuras se salden con un fracaso y eso comporta para las empresas un coste elevado de capital, de tiempo, de esfuerzo y de reputación (Lin, 1987). Otras fuentes sitúan el índice de fracaso en cotas más elevadas todavía; A.C. Nielsen Co., prestigiosa empresa de estudios de mercado, lo estimaba en un 64'5% en el año 1977. En cambio, un estudio a gran escala realizado el año 1981 por Booz-Allen&Hamilton (1982) sobre 700 grandes empresas europeas y norteamericanas, lo situaba en un 35%. Este último estudio indicaba también que más de la mitad de los gastos comprometidos en nuevos productos (55%), en el año 1968, se destinó a productos que no llegaron nunca al mercado o que, al llegar, fracasaron.

La consideración de “nuevo” para un producto difiere según los diferentes puntos de vista de la empresa y del consumidor. Para la empresa, a menudo los nuevos productos son un cambio o una variación de los componentes de una línea de productos determinada. Para el mercado, un nuevo producto es un bien o una utilidad que hasta ahora no existía y que reporta al consumidor una serie de beneficios concretos. Desde el punto de vista del *marketing*, la innovación se ve como “la creación de la necesidad del consumidor de hacer una compra de prueba para mejorar respecto a los productos anteriormente utilizados por él”. Desde este enfoque, la innovación quiere decir una nueva visión cualitativa más que una percepción cuantitativa. La empresa debe comercializar nuevas ideas y nuevos conceptos más que nuevos productos (Montaña, 1989).

Los problemas surgen por el hecho de que la empresa y el consumidor no ven de la misma manera la innovación en los nuevos productos. Aquello que la empresa considera un nuevo producto puede no ser contemplado así por los consumidores. Por ejemplo, la empresa puede cambiar las fórmulas de los productos sin que el usuario se entere, como ocurre en el mercado de los medicamentos o de los compuestos químicos. Y al revés, mediante operaciones de publicidad y mercadotecnia lanzar un mensaje que convierta a un producto en totalmente nuevo, cuando solo se trata sólo de un producto antiguo reposicionado.

No todos los productos tienen las mismas características frente al usuario. Si hay muchos productos diferentes, es lógico que a cada uno le convenga un determinado programa de *marketing*. Los responsables de *marketing* suelen clasificar los productos en diferentes categorías: reposicionados, reformados y originales.

- a) *Productos reposicionados*. Son productos idénticos o muy parecidos pero con diferente imagen y percepción por el usuario. El reposicionamiento es frecuente en las empresas alimentarias, de productos de limpieza, cosméticos, etc.
- b) *Productos reformulados o rediseñados*. Son aquellos en los que varía alguna característica física sin que varíe su constitución fundamental. Se trata de modificaciones para mejorar las prestaciones, bajar el coste, aumentar la fiabilidad. Se encuentran básicamente entre los productos de consumo duradero: automóviles, electrodomésticos, etc.
- c) *Productos originales*. Son totalmente nuevos y aportan nuevas características físicas y perceptuales.

Si ya se ha definido el producto, vamos a ver cuál es el camino a seguir desde que se ha detectado su necesidad en el mercado hasta que se efectúa el lanzamiento. En el capítulo 6 se ha tratado del proceso de gestión de los proyectos de I+D y su pertinente evaluación, sin tratar con detalle la fase de comercialización ni las ventas potenciales. En este capítulo introduciremos aspectos nuevos, como la concepción del producto o el *marketing*. El proceso para lanzar un nuevo producto al mercado se puede desglosar en diferentes etapas, tales como:

- exploración y generación de ideas
- selección de ideas
- concepto del producto
- test del concepto
- posicionamiento y estrategia de *marketing*
- análisis económico
- desarrollo del producto
- prueba del producto
- plan de marketing
- test de marketing
- lanzamiento
- comercialización.

A lo largo de este capítulo se tratará extensamente de estas fases o etapas. En el capítulo 4 se ha hecho referencia a la generación de ideas, punto de partida para el proceso de selección y en el capítulo 6, a la evaluación de la viabilidad económica.

8.2 Concepto y posicionamiento

8.2.1 Concepto y test del concepto

El concepto

El concepto es el significado subjetivo para el consumidor que intenta construir la empresa (Montaña, 1989). De una idea pueden surgir diferentes conceptos alternativos posibles. En el caso de una empresa de cosméticos que se plantea la idea de comercializar un champú, se pueden identificar diferentes conceptos en función de:

- A quién se dirige el producto y quién lo utilizará (niños, adolescentes, adultos, hombres, mujeres,...).
- El beneficio básico: la aportación de algún beneficio, además de la función de limpieza para la que se ha diseñado, como por ejemplo propiedades anticaspa, abrillantar el pelo, suavizar, desinfectar,...
- El momento de utilización: en la playa durante el verano, después de hacer deporte,...
- La manera como se pretende identificar el producto: como un jabón, como un cosmético, como un producto farmacéutico,...
- El precio, que puede ser de gama alta o baja.

Estos aspectos de la definición del producto se analizan en función de las expectativas de venta y de rentabilidad, de la capacidad interna de la empresa, de la gama de productos, de la imagen adquirida, o del posicionamiento de otros productos de la competencia.

Se ha dicho que quizás la concepción de la empresa no sea la misma que la del consumidor, pero se intentará que éste acabe percibiendo el producto tal como quiere la empresa. Sobre este principio se basa el diseño de las características formales, funcionales y su nivel de calidad. También se ha de basar en él la marca y el envase (*packaging*), que en según qué productos es tanto o más importante que el mismo diseño. A pesar que el cliente, en principio, compra únicamente un producto determinado, en realidad hay otros muchos aspectos que amplían y complementan este producto y que acaban formando parte de él. Algunos ejemplos son los servicios postventa, la información al cliente, el mantenimiento,... que configuran el denominado producto ampliado (ver la figura 8.1). Estos elementos desempeñan un papel importante para conseguir la satisfacción de las necesidades del cliente.

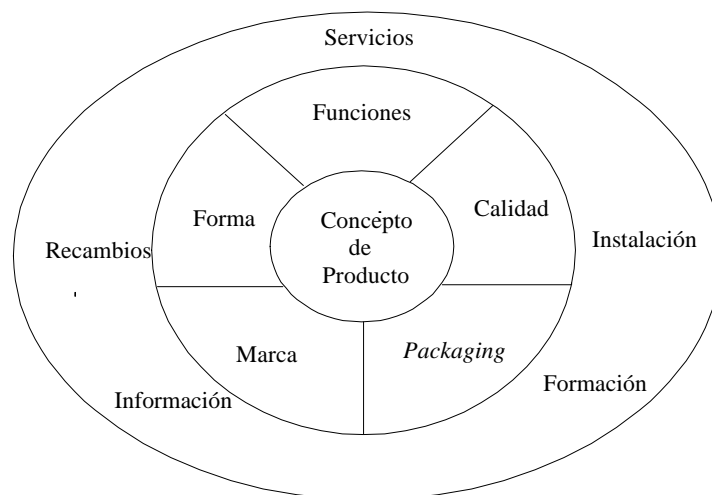
El departamento de *marketing* tiene la responsabilidad de comunicar el concepto del producto; los departamentos técnicos ya se ocuparán de desarrollarlo con unas características adecuadas. Una vez se ha determinado el concepto, la empresa se pregunta qué es lo que cree o percibe el consumidor y comprueba si las opiniones coinciden con las de la empresa.

Test del concepto

Se trata de captar información antes de lanzar el producto al mercado. Esto se puede conseguir a través de sesiones de grupo, preguntando a los propios trabajadores de la empresa, mediante pruebas de uso, entrevistas telefónicas o por correo, presentaciones en ferias industriales o utilizando consultores externos.

Conviene conocer los puntos de vista de los posibles clientes sobre el concepto de producto que va a proponer la empresa. Existen unos puntos que requieren un cuidado especial para evitar posibles fracasos, tales como el cumplimiento de las promesas hechas o concentrarse en la satisfacción de una o pocas necesidades.

Este tipo de información sirve para reformular el concepto. Se utilizará para definir los segmentos que cuenten con los mejores clientes potenciales y para determinar hacia dónde debe dirigirse el *marketing*. Se intenta también conocer si el cliente valora las mejoras que han introducido los competidores en sus productos.



Fuente: Kotler, 1980

Figura 8.1 Concepto de producto

8.2.2 Posicionamiento y estrategias de *marketing*

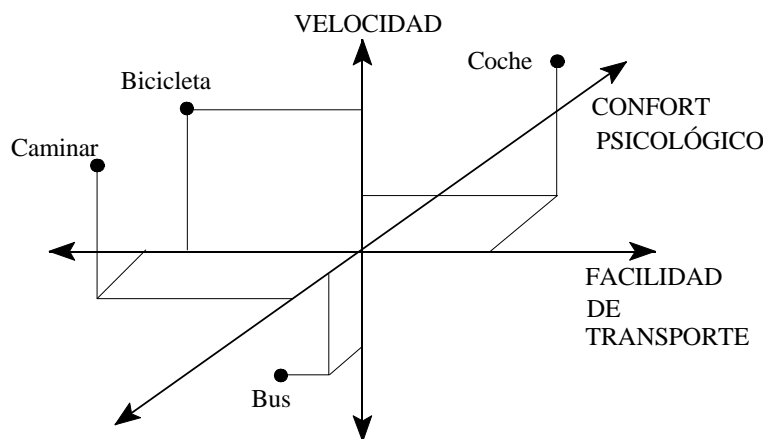
Una vez se ha escogido el producto se debe determinar su ubicación en el mercado. Se trata de dar al producto un significado concreto para un determinado público objetivo a través del concepto definido anteriormente, en comparación con el que puede dar la competencia. El posicionamiento se ocupa de definir cómo se quiere que el consumidor perciba el producto en relación con los otros productos que intentan satisfacer las mismas necesidades (figura 8.2)

El posicionamiento debe tener en cuenta, como punto de partida, los resultados del test de concepto y debe ajustarse progresivamente a partir de las investigaciones sobre el consumidor. A menudo, el éxito está relacionado con la capacidad de saber crear aspectos de diferenciación. Se trata de conferir al producto unos rasgos diferentes y saber transmitir esta diferenciación al consumidor. Esto es muy importante, sobretodo en mercados donde la cantidad de marcas está aumentando y el “ruido” también. El ruido es un término que sirve para explicar lo que pasa cuando la cantidad de marcas que producen un mismo bien es tan grande que la apreciación de la diferenciación se hace muy difícil para los consumidores. Conviene que la empresa sepa transmitir, acertadamente, las características que quiere que el consumidor reconozca, que serán las que conseguirán presentar su producto como diferente y mejor.

Las principales etapas para llevar a cabo el posicionamiento son:

- El análisis del mercado
- La definición del posicionamiento
- La definición del concepto del producto
- La selección de una propuesta de posicionamiento
- El desarrollo del *marketing-mix*

El análisis del mercado. Interesa analizar el mercado al que se dirige el producto y los diferentes competidores. El objetivo consiste en identificar los atributos que el consumidor considera relevantes y la posición de los diferentes productos respecto del conjunto de atributos; esto da lugar a los mapas de posicionamiento. Estos mapas de posicionamiento se consiguen tratando estadísticamente la información procedente de encuestas a consumidores. La identificación de los atributos será contemplada nuevamente cuando se presente la metodología QFD, en el epígrafe 8.3.1.



Fuente: Urban i Hauser, 1980

Fig. 8.2 Mapa de posicionamiento de los servicios de transporte

Cuadro 8.1 Los problemas del Twingo

El Renault Twingo ha sido el coche más audaz de los últimos tiempos. Su aspecto inconfundible, inspirado en el legendario Espace, uno de los grandes éxitos de Renault, lo ha convertido en objeto de debate entre detractores e incondicionales. “Invéntate como vivirlo” es el lema que desde mediados de 1993, fecha de su nacimiento, ha acompañado al Twingo. La empresa de publicidad Saatchi & Saatchi diseñó la campaña de lanzamiento con dibujos animados, resaltando el carácter simpático y divertido del nuevo modelo. El Twingo se puso a la venta con pocas versiones: precio único, un solo motor, una sola tapicería y sólo siete colores, todos ellos muy llamativos.

Pero los resultados iniciales fueron menos brillantes de lo que se esperaba. La cuota de mercado en el segundo semestre de 1993 alcanzó el 1,1%, la mitad de la prevista. ¿Por qué estos resultados fueron tan decepcionantes?

El principal activo del Twingo, su línea vanguardista, no fue suficientemente convincente para animar a los posibles compradores a arriesgarse. Quizás este diseño sintoniza más con un tipo de compradores que buscan una cierta exclusividad, cosa difícil de compatibilizar con el objetivo de convertirlo en un líder de ventas masivas. No obstante, este comportamiento del público no sorprendió. Antes del lanzamiento, las encuestas demostraban ya que la línea del nuevo modelo desagradaba profundamente al 40% de los consultados, frente a solo un 10% que aseguraban haberse enamorado de él. A pesar de esto, Louis Schweitzer, nuevo presidente de Renault, decidió seguir adelante. Fue un acto de valentía - o de temeridad, según se mire - porque con estos sondeos más de un fabricante habría cancelado el proyecto.

La campaña de publicidad fue poco afortunada. “Hemos lanzado una imagen demasiado juguetona - reconocían en Renault, y la gente no se gasta un millón de pesetas en un juguete.” La gente joven, uno de los segmentos codiciados, no se mostraba sensible a los encantos del Twingo; prefería el Golf, el Ibiza, el Fiat Uno o, incluso el Clío, de la misma Renault. Por otro lado, no se equipó al modelo con algunas comodidades como la dirección asistida, el aire acondicionado, el cojín de seguridad (*airbag*) o el mecanismo eléctrico para subida de los cristales de las ventanas, a las que se han acostumbrado los compradores actuales. Además, a diferencia de lo que pasa en Francia - donde el Twingo alcanza una cuota del 4,8% -, el fenómeno del segundo coche todavía está poco extendido en España.

Pero Renault no se ha resignado ante la adversidad. Ha mejorado los modelos, incorporando el aire acondicionado y el ABS, ha ampliado la gama de colores y ha diseñado una nueva campaña publicitaria. Incluso, ha lanzado el modelo Twingo *Easy*, sin embrague. Con todo esto, las ventas aumentaron ligeramente en 1994 y se recuperaron posiciones. ¿Se impondrá el Twingo? Muchos mantienen que tiene futuro y que sólo es una cuestión de paciencia.

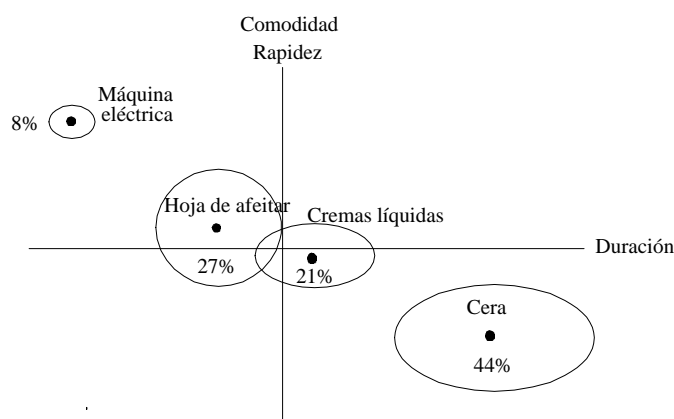
Fuente: Gracia Cardador, La Actualidad Económica, 13. 3. 1995

La definición del posicionamiento. Una vez determinado el posicionamiento de las diferentes marcas o productos estudiados, deberá definirse el posicionamiento que se quiere para el producto de la empresa en el caso de nuevo producto o el reposicionamiento en el caso de un producto ya viejo. Los mapas de posicionamiento definen las dimensiones, las posiciones ocupadas y los “agujeros” donde no existe ninguna marca, pero no indican cuál es el mejor lugar para posicionar el producto. La figura 8.3 muestra el posicionamiento de los productos de depilación femenina.

La definición del concepto de producto. La tercera etapa consiste en definir el concepto de producto según la alternativa de posicionamiento escogida. Entre los temas en los que es necesario definirse se

encuentran los siguientes: el público objetivo, las ganancias o los beneficios para el consumidor, la categoría de producto, las maneras y los momentos de consumo y el nivel de precios. Cuanto mejor definido esté el concepto, más preciso y diferenciado será el producto formal. Para escoger un concepto de producto será de utilidad revisar los mapas de posicionamiento anteriormente descritos y, así, el concepto será coherente con la alternativa de posicionamiento.

Desarrollo del marketing mix. Es necesario plantear la estrategia de *marketing*, definiendo las políticas que se desarrollarán referentes a productos, tamaños, gama, precios, distribución y comunicación.



Fuente: Chias y Montaña, 1983

Fig. 8.3 Posicionamiento de productos para depilación femenina

8.3 Dos herramientas para la concepción de los productos

8.3.1 El despliegue de la función de calidad (QFD)

El método QFD (Quality Function Deployment) fue elaborado en el Japón en los años sesenta con la pretensión de mejorar la calidad de los productos y hacer más eficientes los diseños de ingeniería. En el inicio de los setenta fue adoptado por la Mitsubishi Heavy Industries en los astilleros de Kobe, con el asesoramiento de los expertos Akao, Mizuno y Furukawa, y el año 1977, por Toyota. Más tarde el QFD se difundió ampliamente. Se considera que el QFD es la mejor técnica para definir con precisión el producto en la fase de diseño (Hartley, 1994). La calidad se debe obtener mediante el diseño, no después.

Uno de los creadores del QFD, Yoji Akao, lo ha definido como el despliegue de calidad, tecnología, costes y fiabilidad. La gestión de la calidad, entendida en sentido amplio, consiste en “desarrollar,

concebir y fabricar en los plazos previstos los productos y servicios más económicos, más útiles y más satisfactorios para el consumidor” (Zaidi, 1993). Según otra definición parecida “QFD es un proceso estructurado y disciplinado que proporciona un medio para identificar y trasladar la voz del cliente y convertirla en requisitos del producto, a través de cada etapa del desarrollo e implementación de un producto o servicio, con la participación de todas las funciones que intervienen en el mismo” (Sorli y Ruiz, 1994). El QFD encaja perfectamente dentro de la ingeniería simultánea, descrita en el capítulo anterior.

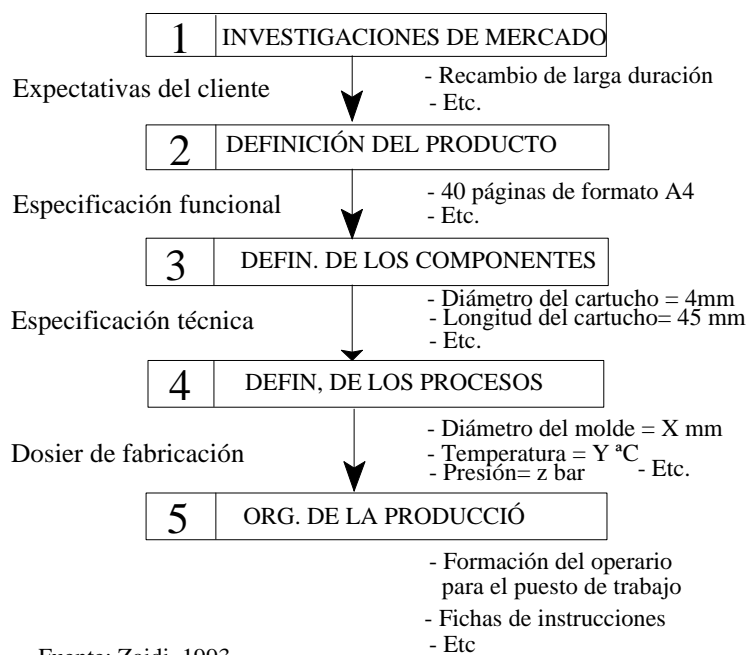


Fig. 8.4. Principales etapas de la metodología QFD. Aplicación al caso del diseño de una pluma estilográfica

La esencia del QFD radica en dar importancia a las *preferencias de los clientes*. El cliente es quien manda, “el cliente es el rey”. Todas las decisiones y todas las actividades de la empresa obedecen a una palabra clave: el cliente. El método trata de transformar estas preferencias o expectativas, a menudo expresadas con poca precisión, en especificaciones de ingeniería o “funciones de servicio”, sin omisiones ni elementos superfluos. Por ejemplo, cuando el cliente dice “quiero una aspiradora que haga poco ruido”, esta opinión se ha de concretar en un determinado número de decibelios. En lugar de “imaginar” los deseos de los clientes, se les preguntar realmente qué es lo que quieren. Las encuestas de investigación de mercado son, pues, el punto de partida del método y merecen la máxima prioridad. El entorno actual exige que la empresa se oriente menos hacia sus productos y más hacia los deseos de los clientes.

Francis Lorente, presidente del grupo Bull, lo expresa así (Zaidi, 1993): “Intento visitar uno o dos clientes por semana. Es indispensable que todo el personal de nuestra empresa conozca, de una forma u otra, a nuestros clientes. Es absolutamente necesario comprender cómo evolucionan y cambian las necesidades de nuestros clientes. Esta información, no la proporcionan los estudios de mercado. Si queremos conocer cuáles serán las necesidades del cliente dentro de tres o cinco años, hemos de pasar mucho tiempo a su lado”.

Es conocido el caso del coche Honda City. Los ingenieros habían previsto equiparlo con un motor con cuatro válvulas por cilindro, pero *marketing* detectó que los compradores potenciales querían motores turbocompresores. A la vista de esta preferencia los ingenieros olvidaron su punto de vista y desarrollaron un excelente turbocompresor (Hartley, 1994). El QFD hace que se fabrique el producto que quiere el mercado.

La figura 8.4 muestra las principales etapas de la metodología QFD. El elemento central es la elaboración de la matriz Requerimientos de los clientes - Requerimientos del producto, que transforma las opiniones de los consumidores, debidamente ponderadas, en especificaciones técnicas, y define así el producto. Los deseos del cliente -denominados QUE en la jerga del QFD- se materializan en las características del producto, los COMO. La tabla 8.1 muestra la lista de las expectativas de los clientes, ponderadas y jerarquizadas, relativas a una plancha eléctrica.

La figura 8.5 muestra la matriz QUE-COMO, denominada *casa de la calidad*, aplicada al caso de un reloj de pulsera (Sorli y Ruiz, 1994). Las columnas 1 a 12 de la derecha sirven para determinar las ponderaciones que se aplican a los requisitos. No todos los atributos tienen la misma importancia para el cliente y, por tanto, es lógico concentrarse en los que éste considere más relevantes. Tras la ponderación de los QUE se definen los COMO, y los ingenieros evalúan los parámetros físicos más adecuados. En la parte inferior de la matriz se consideran asimismo los productos de los competidores. Finalmente, el “tejado de la casa” permite analizar las interrelaciones entre las características, ya que, por ejemplo, la mejora de una propiedad puede incidir positiva o negativamente sobre las otras.

Una vez definido el producto, en despliegues posteriores se pasa a definir los componentes, los procesos de producción, el control, la venta y la postventa. Dirigimos al lector a los manuales que explican con detalle esta metodología.

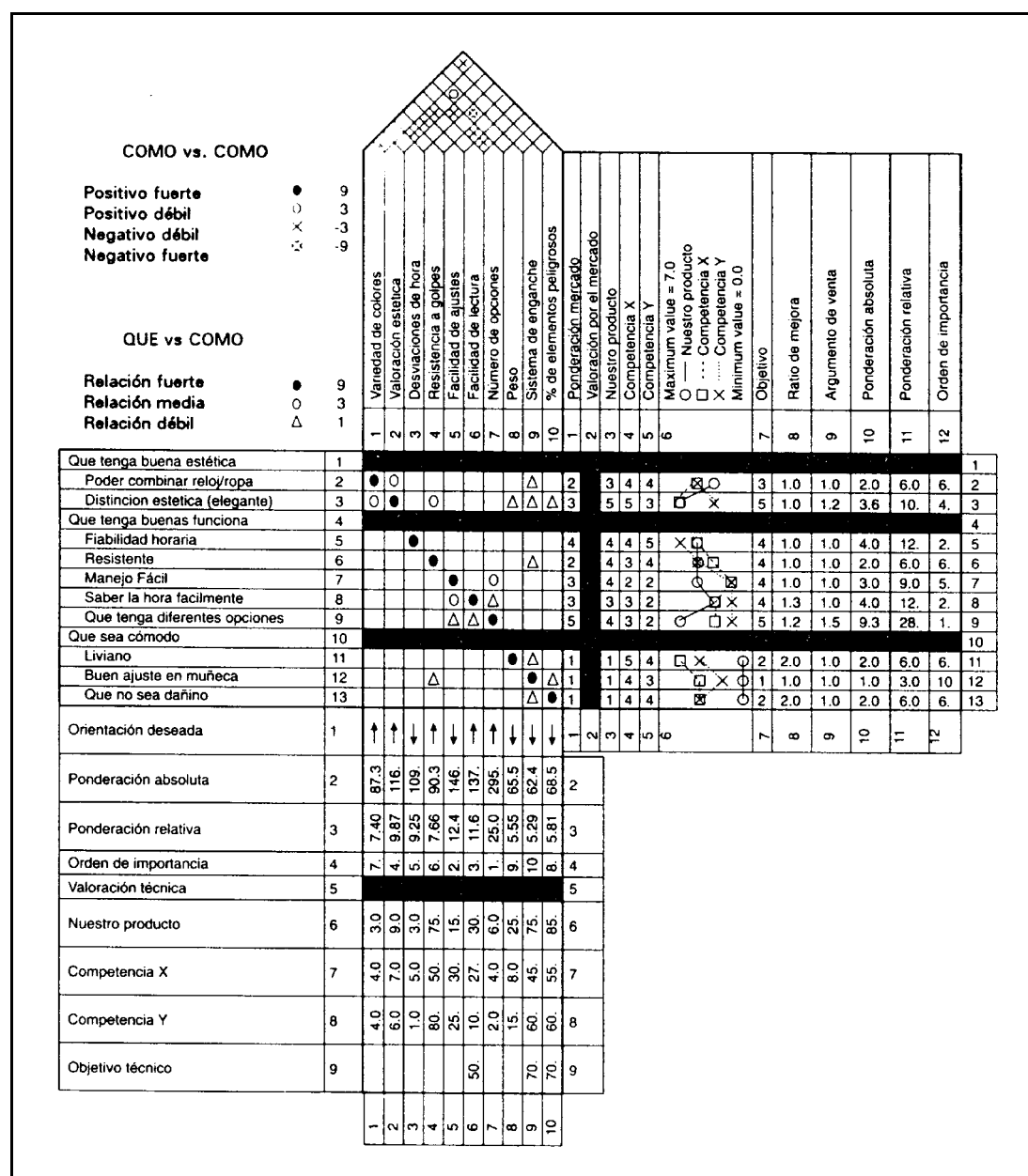
8.3.2 El análisis del valor

Hace diez o veinte años, las empresas que luchaban por obtener una rentabilidad elevada centraban sus esfuerzos en alcanzar una productividad creciente, cosa que obligaba a examinar cada uno de los factores de coste para reducirlo a la mínima expresión. No era habitual cuestionar el diseño del producto, excepto para resolver determinados problemas de producción (Comisión de las Comunidades Europeas, 1994).

Tabla 8.1 Lista ponderada y jerarquizada de las expectativas del cliente relativas a la plancha eléctrica

	Expectativas	Peso	Clasif.
Calidad del planchado	Acceso a partes difíciles	55	31
	Planchado por debajo de los botones	50	34
	El cordón no friega la ropa	30	39
	No quema la ropa	95	4
	Plancha piezas grandes	80	14
	Plancha piezas pequeñas	80	14
	Plancha todo tipo de tejidos	95	4
	Deshace los falsos pliegues	95	4
	Hace pliegues	80	14
	Plancha mangas complicadas	65	27
	Plancha encajes	55	31
	Acabado impecable	100	1
Operatividad	Se desliza con facilidad	80	14
	Ligera	85	9
	Fácil de recargar con agua	70	24
	Se desengrasa fácilmente	65	27
	El cordón no molesta	55	31
	No se escapa de las manos	85	9
	Requiere poco esfuerzo	85	9
	Evita la utilización de un trapo húmedo	90	7
	Se necesitan pocas pasadas	85	9
	Planchado rápido	80	14
	Se calienta rápidamente	70	24
	Se enfría con rapidez	45	35
	Estable en posición vertical	100	1
	Fácil de guardar	60	30
Seguridad	Seguridad eléctrica	100	1
	No quema	90	7
	No provoca heridas	85	9
Estética/Fiabilidad	Colores agradables	40	36
	Forma bonita	35	37
	Solidez	80	14
	Larga duración	70	24
Marca	Bajo consumo	75	22
	Marca de buena reputación	35	37
	Con garantía	80	14
	Instrucciones claras	65	27
	Servicio postventa rápido	80	14
Precio	No es cara		

Fuente: Zaidi, 1993



Fuente: Sorli y Ruiz. 1994

Fig. 8.5 Aplicación del QFD: casa de la calidad aplicada al diseño de un reloj de pulsera

Desde entonces, se ha ido comprendiendo, poco a poco, que para conseguir resultados mejores, es necesario volver a concebir el producto, considerando únicamente intocable su finalidad última, es decir, las necesidades del usuario; en una palabra, sus *funciones*. Para hacerlo, existe desde hace tiempo el método denominado análisis del valor (*value analysis*), creado por Lawrence D. Miles en la empresa General Electric en el año 1947, que ha experimentado en los últimos años una notable difusión.

Concebir un producto mediante el análisis del valor es “buscar la mejor adaptación de un producto a una necesidad con el mínimo coste” (ANVAR, 1986). Según otra definición, el análisis del valor es un método para concebir o reconcebir un producto de manera que cumpla todas las funciones que el cliente quiere -y tan sólo éstas- al mínimo coste posible (Litaudon y Réfabert, 1988). Rodríguez de Rivera (1986) indica que el análisis del valor es “un instrumento metódico para solucionar tareas complejas que: a) incluye el estudio sistemático de las funciones y propiedades del producto, b) es realizado por un equipo interdepartamental, c) estudia los costes de cada función, y d) utiliza métodos de creatividad para encontrar alternativas”.

Tabla 8.2 Checklist para el análisis de una pieza elemental

1. Funciones	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué funciones tiene la pieza? - ¿Hay otras formas de obtener las mismas funciones? - ¿Son necesarias todas las funciones? - ¿Se pueden trasladar algunas funciones a otras piezas?
2. Materiales dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Se ha de utilizar el mismo material? - ¿Se puede utilizar un material más barato aumentando, si es necesario, las dimensiones de la pieza?
3. Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Se pueden reducir las dimensiones? - ¿Es posible aumentar las dimensiones y utilizar un material más barato? - ¿Cómo se han determinado los costes?
4. Residuos-	¿Se pueden disminuir los residuos, por ejemplo modificando el diseño o y pérdidas el método de fabricación?
5. Tolerancias	-¿Se pueden aumentar?
6. Método de fabricación	- ¿Cómo se fabrica? ¿Qué métodos alternativos hay?
7. Acabado	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Están justificadas las exigencias de acabado actuales? - ¿Se puede utilizar un acabado más barato?
8. Estandarización	- ¿Puede ser sustituida por una pieza estándar?
9. Mano de obra directa	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Se pueden eliminar algunas operaciones? - ¿Se puede reducir el tiempo de montaje?
10. Compras	- ¿Se pueden modificar las especificaciones?

Fuente: ANVAR, 1986

Con el análisis del valor se intenta eliminar los costes inútiles y mejorar la calidad de los productos cuestionando críticamente sus funciones, así como las características de los elementos (número de piezas, material, forma, tolerancias de mecanización,...) que permiten realizar estas funciones. El análisis del valor intenta también redistribuir los costes en el producto de manera que los costes más elevados correspondan realmente a las funciones más importantes.

La función es el criterio básico. Las funciones son las características que el usuario espera del producto. Responden a la pregunta: ¿Para qué sirve esto? Los elementos, piezas, operaciones, etc., se clasifican por funciones. Cada función se examina por separado.

¿Qué significa “valor” en este contexto? Consideramos la cuestión desde el punto de vista del fabricante. Este debe determinar las funciones que ha de cumplir el producto y, una vez hecho esto, suministrarlo de forma que los costes de producción sean mínimos. Dos maneras posibles de decirlo de forma esquemática serían:

Valor = Funciones / Costes (Comisión de las Comunidades Europeas, 1994)

Valor = Satisfacción / Costes (Litaudon y Réfabert, 1988)

El producto con un valor mayor es el que se limita a realizar, al mínimo coste, las funciones necesarias para satisfacer a los usuarios. La ecuación también ilustra dónde se ha de aplicar el esfuerzo: en primer lugar, en un estudio crítico de las funciones y, en segundo, en la reducción de los costes, para llegar finalmente a una optimización de los dos factores.

En la metodología del análisis del valor hay seis etapas claramente delimitadas:

- 1) *Preparación y orientación*, durante la que se determinan los objetivos del estudio y la composición del equipo que lo ha de llevar a cabo.
- 2) *Recogida de información*, es decir, reunión de los datos básicos que pueden ser importantes: necesidades del usuario, amplitud del mercado, legislación, normas técnicas, etc.
- 3) *Análisis funcional*: Se analiza el producto y se define el producto ideal, con las funciones que debería cumplir. Son preguntas típicas de esta fase: ¿Qué objetivo tiene esta función? ¿Cuándo y cómo podría desaparecer la función? ¿Cómo podría evolucionar?
- 4) *Búsqueda de ideas y soluciones alternativas*. Se pueden utilizar técnicas de creatividad (*brainstorming*, análisis morfológico,...). Se puede descomponer el producto en sus elementos y recomponerlo de otra manera. La tabla 8.2 muestra un modelo de *check list* para analizar y tratar de mejorar una pieza elemental.
- 5) *Evaluación*. Selección de las combinaciones más interesantes generadas durante la fase anterior, y ordenación en función de su viabilidad.

Tabla 8.3 Etapas del proceso de desarrollo de nuevos productos

1. Investigación preliminar	6. Puesta a punto del producto
<ul style="list-style-type: none"> - Investigación de ideas de productos - Reunión de las informaciones útiles (investigación de mercados, previsiones, bibliografía, etc.) - Establecimiento de los requisitos principales definirlos y ponderarlos de manera que sirvan como guía para seleccionar ideas - Identificación de las áreas de problemas probables con las ideas seleccionadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación de un modelo de producción y su documentación. - Ensayos técnicos del modelo, ensayos de utilización y ensayos de mercado. - Fabricación de la serie 0. - Ensayos técnicos, de utilización y sobre el terreno (prueba de mercado) de la serie 0. - Evaluación de los resultados del ensayo y modificación del proyecto.
2. Estudio de factibilidad	7. Planificación de la producción
<ul style="list-style-type: none"> - Establecimiento de las especificaciones funcionales esenciales. - Estudio de la factibilidad - Estudio de la viabilidad financiera (análisis económico) - Estimación del trabajo de las fases posteriores probabilidades de éxito (análisis de riesgo) 	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación del programa de lanzamiento (plan de marketing) - Preparación del programa de producción - Diseño del embalaje, de los medios auxiliares de promoción i de los manuales de utilización - Diseño de utillajes y herramientas
3. Proyecto	8. Preparación de utillajes y lanzamiento al mercado
<ul style="list-style-type: none"> - A partir de las especificaciones generales, preparación del anteproyecto. - Establecimiento de las especificaciones detalladas, el proyecto definitivo. - Previsión de costes de producción y necesidades técnicas. - Preparación de la documentación relativa al dissenyo (dos maquetas). - Experiencia de evaluación técnica del dissenyo y ensayo de utilización 	<ul style="list-style-type: none"> - Fabricación de utillajes y herramientas. - Fabricación de un lote de ensayo del producto. - Ensayo del funcionamiento del producto acabado. - Preparación y ejecución de publicidad - Puesta en marcha de los medios de comercialización. - Puesta en marcha de los medios de control de producción.
4. Desarrollo del prototipo	9. Producción y venta
<ul style="list-style-type: none"> - Constitución de prototipos o maquetas funcionales. - Ensayo técnico de prototipos y evaluación de las características técnicas. - Ensayo de utilización del prototipo y evaluación de características de uso 	<ul style="list-style-type: none"> - Puesta en marcha del plan de marketing - Producción y ventas. - Reunión de iformación sobre el mercado, los usuarios, reparaciones y mantenimiento. - Establecimiento de las recomendaciones sobre la generación siguiente de modelos. - Recomendaciones sobre los trabajos de investigación
5. Estudio comercial	
<ul style="list-style-type: none"> - Reevaluación de las posibilidades de mercado a la luz de los ensayos efectuados. - Reevaluación de los costes de producción. - Revisión de los objetivos de partida y del presupuestode puesta en fabricación. - Revisión de las fichas técnicas de características 	

Fuente: Adaptación de Montaña, 1991

6) *Aplicación*. Realización efectiva de las propuestas seleccionadas.

En general, el análisis del valor aumenta la rentabilidad de la empresa mediante la reducción de costes, la mejora de la calidad, la estandarización de los componentes, etc.

8.4 El proceso de desarrollo

A partir del concepto se realiza el desarrollo del producto, donde se fijan las características formales, de imagen y nivel de calidad para la determinación de la marca y para el diseño del envase, embalaje o *packaging*. Se trata de pasar de la abstracción a una realidad técnica y comercialmente viable. En esta fase se incorpora el diseño industrial al producto. El término diseño tiene diferentes interpretaciones. No nos referimos aquí a la interpretación restringida en el sentido de *estética* sino a la interpretación más amplia, probablemente próxima o asimilable al término *desarrollo*, denominada *diseño industrial* (*industrial design*), que será tratada a continuación.

Las fases del desarrollo son básicamente tres: proyecto, prototipo y puesta a punto.

- a) *El proyecto*. Se engloban en él las especificaciones generales según los objetivos de partida y la preparación del anteproyecto, esbozándose algunas soluciones formales y constructivas y se establecen las especificaciones detalladas. Deben especificarse las previsiones de costes de producción y las necesidades técnicas requeridas, tener una documentación concreta (planos y maquetas) y, finalmente, evaluar técnicamente el diseño y sus posibilidades de utilización.
- b) *El prototipo*. Se incluyen en esta etapa el ensayo, la evaluación de las características técnicas y de las condiciones de uso. El prototipo es la primera materialización y refleja los beneficios y los atributos que tendrá cuando llegue a la categoría de producto. En este momento conviene volver a evaluar las posibilidades de mercado, los costes de producción y los problemas de la puesta en marcha y de producción, y revisar los objetivos de partida, el presupuesto general de puesta en fabricación y la revisión de las especificaciones generales.
- c) *La puesta a punto*. Es la última fase y da lugar a la preparación de la primera serie, la fabricación, la evaluación y los ensayos, la preparación de un programa de lanzamiento, el diseño de los elementos auxiliares como el embalaje, medios auxiliares de producción, manual de utilización o folletos, etc.

8.4.1 El diseño

En el proyecto de un nuevo producto no se puede olvidar un factor de gran importancia para su éxito: el diseño. A menudo los compradores prefieren un producto por su diseño- pensemos en los automóviles-, que anteponen a otros aspectos como las prestaciones o el precio.

En general se requieren dos clases de diseño: el diseño de ingeniería (*engineering design*) y el diseño industrial propiamente dicho (*industrial design*). En el primero se parte de unos recursos materiales sobre los que se aplican conceptos de la mecánica, la física, la electrónica, etc. para obtener un artefacto o sistema que produzca algún beneficio. Este tipo de diseño lo realizan los técnicos. El QFD y el análisis del valor son unas buenas herramientas para esta fase. En cambio, el *industrial design*

tiene que ver con la relación de este artefacto o objeto con el hombre, es decir, con los requerimientos humanos. En el caso de una máquina, por ejemplo, en aspectos que afectan a las personas como los movimientos, el acceso a las diferentes partes de la máquina,... y también a la percepción de la máquina. Este último aspecto introduce la estética.

Según el diseñador italiano Ettore Sottsass, los diseñadores industriales se ocupan de aquellas partes del proyecto de un producto que tiene que ver “con la relación global, física, cultural, psíquica etc. del producto con la persona o las personas que la usan, y la relación también con la gente que habita los espacios donde el producto se encuentra” (Mañá, 1976). La figura 8.5 muestra las áreas de actuación del diseño industrial y su concreción en un producto.

“El papel del diseño -afirma André Ricard (1996)- consiste siempre en ordenar y armonizar las formas que exige la función de un objeto u artefacto para que su utilización resulte completamente satisfactoria, tanto funcional como estéticamente. La misión del diseño no consiste en inventar nuevos aparatos sino en humanizar las formas que imponen las nuevas tecnologías, con objeto de que se establezca una convivencia óptima entre las cosas artificiales que crea el hombre y el mismo hombre como usuario de ellas. El diseño complementa y acaba la obra del ingeniero. Crea las formas que facilitan la relación, la comprensión, el manejo; en resumen, el mejor uso del dispositivo funcional inventado”.

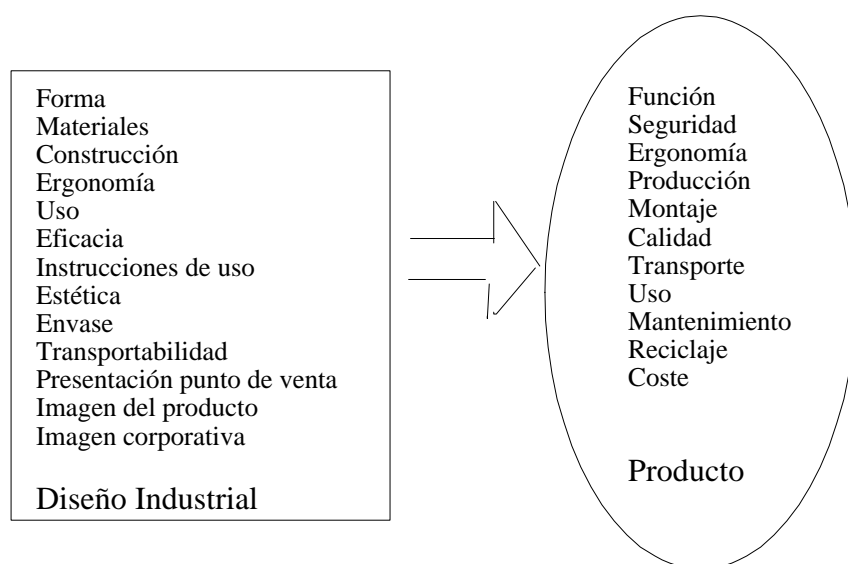
El diseñador catalán Jordi Mañá explica así su propio trabajo (Escorsa, Herbolzheimer y Solé, 1995): “Cuando recibo un encargo me planteo una gran cantidad de preguntas, estudio y leo todo lo que puede llevarme más lejos en el camino del conocimiento. Considero diferentes campos de aproximación: la comunicación, la percepción, la ergonomía, las ciencias sociales, la estética,... En todo proyecto tengo presentes tres aspectos básicos: a) la funcionalidad (las relaciones hombre-cosas), b) la facilidad de fabricación, y c) los aspectos formales-comunicativos (estética, imagen). El diseñador, como el artista, ha de asumir un papel de vanguardia respecto la sociedad. Ha de situarse en el tiempo real de la historia. La sociedad no vive en el tiempo real. Vive en el pasado. Los hábitos de nuestra sociedad van detrás de los avances científicos y tecnológicos. Es necesario un cierto tiempo para que estos avances penetren en la sociedad”.

Es difícil establecer una regla para saber cuándo se ha de incorporar el diseño en el desarrollo del nuevo producto. Es muy frecuente que el diseñador externo se incorpore cuando se han definido con un detalle suficiente los aspectos técnicos, es decir, cuando ha finalizado la fase del *engineering design*. La tendencia es que el diseñador se integre en el equipo del proyecto lo más pronto posible en el marco de la ingeniería simultánea o concurrente, ya comentada.

Para llevar a cabo una implantación adecuada del diseño en una empresa es imprescindible estar atento a una serie de consideraciones previas relativas a (Fundación BCD, 1985a):

1. Aspectos conceptuales (evolución formal y técnica del producto, tendencias, entorno visual, entorno comercial, aspectos perceptivos, aceptabilidad,...)
2. Aspectos comerciales (imagen de la empresa, imagen de los productos, calidad,...)
3. Aspectos industriales (materiales utilizados, proveedores, capacidad de fabricación propia, capacidad profesional, número de piezas,...)

4. Existencias, almacenaje y transporte (embalajes,...)
5. Análisis previo al proceso de diseño (perfil del producto, aplicaciones, moda, estilo, definición teórica del catálogo de modelos,...)
6. Modalidades contractuales empresa-diseñador (diseñador colaborador, diseñador externo,...)
7. Metodología de diseño, desarrollo del proyecto (definición del producto, anteproyecto, proyecto, propuestas de modificaciones, desarrollo,...)
8. Forma de pago para diseñadores colaboradores o independientes (tanto alzado, *royalties*,...)
9. Construcción de maquetas o prototipos
10. Oficina técnica o ingeniería de producto. Comprende los trabajos que posibilitan el paso de la fase de diseño a la fase industrial o de producción. Cuando la empresa no dispone de este departamento, el diseñador se ve obligado a asumir las funciones.



Fuente: Arbonies, 1991

Fig. 8. Áreas de actuación del diseño industrial

Sin duda, el diseño merecería una atención superior a la que permite este libro. El diseño de un objeto, su mejora, así como las modificaciones formales o estéticas que puedan introducirse, alcanzan la categoría de innovaciones tecnológicas, ya que entran de lleno en el concepto de innovaciones incrementales que van perfeccionando y mejorando continuamente los productos. A menudo estos tipos de innovaciones han demostrado ser mucho más rentables que las innovaciones radicales, más arriesgadas, que requieren inversiones muy elevadas.

8.5 El plan de *marketing* y el lanzamiento

8.5.1 El plan de *marketing*

Con el plan de mercadeo se define el mercado al que va dirigido el producto, cuál será la estrategia genérica, qué posicionamiento tendrá y las políticas que se desarrollarán por lo que respecta al producto: tamaños, gama, precios, distribución y comunicación (figura 8.6). Como fases previas al desarrollo del plan, es necesario tener información sobre:

- El análisis del mercado de manera cuantitativa y cualitativa, el volumen, los hábitos, las motivaciones y las tendencias futuras.
- El análisis de la competencia: identificación de los competidores, las características, la implantación, las estrategias y el posicionamiento.
- El análisis de los precios: su formación desde el productor al consumidor y un análisis de los costes y márgenes.
- El análisis de los canales de distribución: los canales existentes, el número y características de los distribuidores, mayoristas, detallistas y grandes superficies y una especificación de las condiciones y las costumbres de los diferentes canales.
- El análisis de la distribución física: las formas generales de almacenaje y transporte y sus costes.

Esta información es decisiva para escoger los objetivos y determinar los posibles mercados, analizando las diferentes posibilidades, analizando las alternativas y evaluando el volumen que se debe producir. Va ligada a la elección de la estrategia genérica (de coste o de diferenciación, por ejemplo). En función de la estrategia determinada se establecerá la definición del *target group* o perfil del comprador y consumidor considerados como objetivos. La fase siguiente es la elección del *marketing-mix*, que consiste en establecer estrategias referentes al producto, al precio, a la comunicación y a la distribución.

Comunicación. Se debe decidir si se escoge una estrategia de *push* o *pull*; es decir, si se incentivan prioritariamente los canales o el consumidor. Las estrategias de comunicación se definen básicamente a través de las actividades de publicidad (campaña, mensaje,...), promoción y venta. Por lo que se refiere a la venta, se ha de determinar en función de los objetivos fijados el número de vendedores necesarios, sus perfiles, el proceso de selección, el modo de retribución, la argumentación de las ventas y la organización y el control de la red de vendedores.

Publicidad. Al lanzar un nuevo producto la publicidad inicial es muy importante porque determinará la reacción del público hacia este producto. Será necesario darlo a conocer rápidamente (impacto), dar información (puntos de venta), generar actitudes favorables (imagen) y crear la imagen apropiada. Por lo que a precios se refiere, deberá determinarse la estrategia de precios de lanzamiento (selectiva o intensiva), los procedimientos para fijarlos, la confección de las listas de precios, los rúpels y las formas de cobro.

Precio. El precio puede constituir una decisión clave. Un precio erróneo puede provocar la no introducción del producto y llevar al fracaso. La elección puede consistir en fijar precios muy

Cuadro 8.2 El diseño del Agua Lavanda Puig

Antonio Puig S.A. es una de las empresas más importantes en el sector de la perfumería y la cosmética. En 1995 compró el 37,5% de Perfumería Gal, fabricante de la histórica marca Heno de Pravia, consolidando su posición en un sector dominado mundialmente por grandes multinacionales.

La empresa fue fundada en 1914 por Antonio Puig. Primero se ocupó de representaciones de perfumería francesa y en 1925 empezó a crear productos propios. En 1940 creó el Agua Lavanda Puig, acierto que determinó el desarrollo de la empresa, aunque algunas representaciones de productos extranjeros representaban un elevado porcentaje de sus ventas.

El objetivo de Antonio Puig en los inicios de los años sesenta era exportar, cosa muy difícil dada la alta competitividad del mercado, dominado por marcas de perfumería francesa que, gracias a su nombre, prestigio y *savoir faire*, habían saturado el mercado, o bien por marcas americanas con cuantiosos presupuestos.

Era necesario encontrar algún factor que confiriera al producto un valor añadido y le permitiera diferenciarse de los otros, para poder abrirse un espacio en un mercado prácticamente cerrado. En aquella época la perfumería era totalmente tradicional, sin ningún avance desde hacía muchos años. Los productos y las prestaciones estaban anticuados.

Como consecuencia, se consideró que la actualización y la mejora de la imagen podría ser el trampolín que permitiera exportar con buenos resultados. No se quiso caer en el tópico del diseño folklórico porque no permitía entrar en el sector de la perfumería de prestigio, a pesar de que una firma competidora había utilizado este recurso con éxito.

En 1962 se entró en contacto con André Ricard, uno de los pioneros del diseño industrial, que creó un nuevo envase para el Agua Lavanda Puig, producto que, como ya se ha dicho, existía en el mercado desde 1940. El diseño de este envase, llamado Diseño Barcelona reunía los valores de estética, novedad formal y de materiales, personalidad, fidelidad al origen, calidad, nivel y posibilidades de industrialización requeridos por el proyecto.

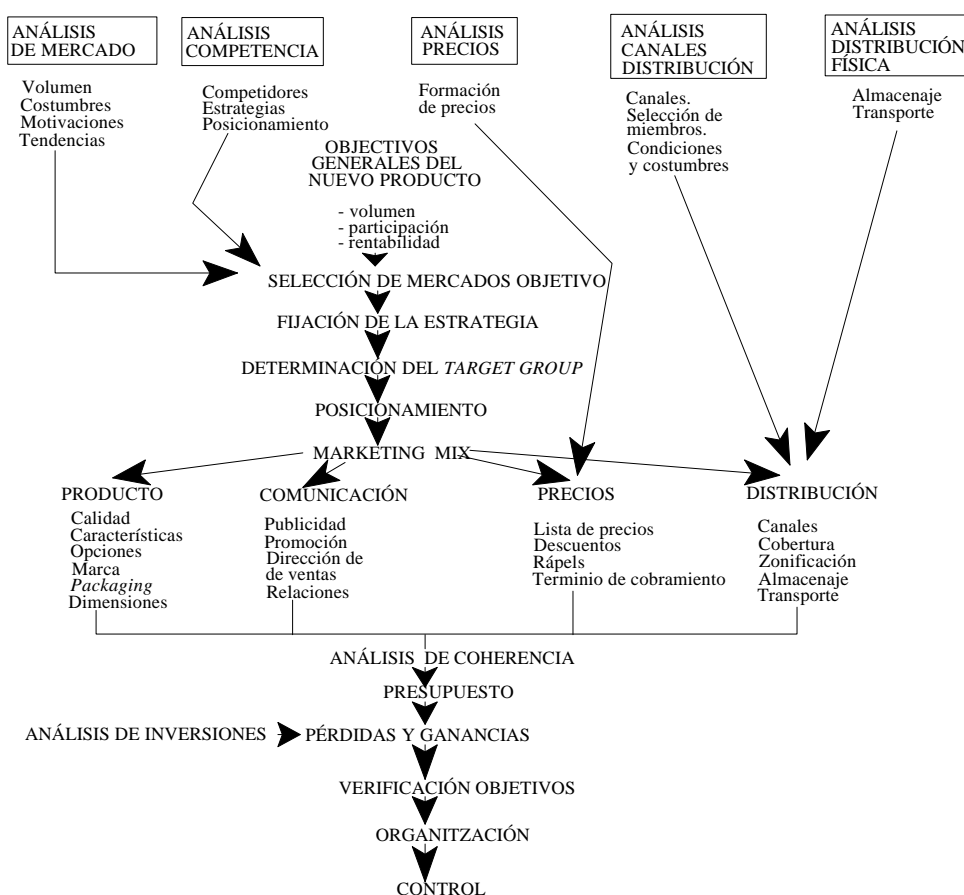
El frasco de cristal ahumado - por primera vez se utilizaba cristal de color en perfumería -, de formas sobrias, suaves y estéticamente bellas se distinguía de las formas barrocas de la perfumería de la época y aportaba la connotación de las botellas de cristal típicamente mediterráneas. La forma del frasco, por su similitud con la forma de la gota de cristal, permitía una fabricación fácil incluso con maquinaria automática. El tapón de madera, grabado al fuego, aportó no sólo la novedad de la utilización del material - también por primera vez en perfumería - sino también la calidad de un material noble y la reminiscencia artesana. Este tapón era perfectamente fabricable por un proceso industrial. El precinto - en aquellos tiempos indispensable para la exportación - consistía en una cinta de rafia natural lacrada que completaba el carácter del diseño.

El nuevo diseño se lanzó al mercado nacional en 1963, y el mismo año se presentó en la Exposición Internacional de Nueva York; en los dos casos tuvo una acogida que se puede calificar de triunfal. Como confirmación del acierto, este diseño se convirtió rápidamente en el "modelo" de los envases de perfumería. Su forma, materiales y estilo fueron motivo de inspiración - y de copia - de muchos productos de otras firmas, tanto nacionales como extranjeras.

Este envase, además de abrir la entrada de los mercados de exportación a los productos de Puig, confirmó lo que se había pensado intuitivamente como vía de evolución y progreso: explotar el diseño como punta de lanza para introducirse en el mercado mundial.

Fuente: Fundació BCD, 1985b

ajustados, o estrategia de penetración (estrategia intensiva), o, por el contrario, precios hinchados, o estrategia de desnatar o descremar (estrategia selectiva). Hay otras soluciones intermedias. La política de precios hinchados consiste en poner precios relativamente altos con gastos de comunicación muy grandes en las fases iniciales del desarrollo del mercado.



Fuente: Montaña, 1989

Fig. 8.7 Plan de marketing y análisis de viabilidad de un nuevo producto

Distribución. Por lo que respecta a la distribución, es necesario determinar la estrategia, selectiva o intensiva, y los canales, mayorista o detallista, plantear criterios de selección de canales en general y por zonas, y plantear políticas básicas de almacenaje, transporte y logística en general. Es conveniente que el plan de mercadotecnia esté cohesionado, entre todas las estrategias planteadas y con los objetivos generales. Cuando se hayan determinado los objetivos se pasará a la definición de la organización necesaria para llevar a cabo la ejecución del plan y de sus medios de control.

8.5.2 El test de *marketing*

Básicamente se distinguen tres tipos de test o pruebas: dentro de la empresa, fuera de la empresa con un grupo controlado, y fuera de la empresa con un grupo no controlado.

El interés de realizar pruebas de mercado, entre otros, reside en argumentos como:

- Disminuir la incertidumbre y, por tanto, el riesgo.
- Conocer las posibilidades comerciales del nuevo producto en condiciones normales de venta.
- Determinar la efectividad de los diferentes atractivos del producto.
- Conocer la resistencia del nuevo producto ante diferentes niveles de precios.
- Conocer la respuesta a diferentes planes de fomento y publicidad.
- Tener información de las ventas potenciales del producto.
- Probar diferentes planes de mercadeo.
- Predecir las ventas nacionales.
- Controlar los posibles gastos de inversión altos.

Todo esto se hace para reducir la incertidumbre asociada al lanzamiento del producto, poder modificar el producto o el plan de mercadeo o incluso suspender el proceso de lanzamiento. Hay tres estrategias básicas: la repetición a nivel nacional, la experimentación y el análisis basado en un modelo de comportamiento. Cuando se hace una prueba de mercado se han de considerar los costes y los beneficios y si se ha de hacer la prueba para conseguir el máximo de retorno de la inversión. Es necesario reducir el riesgo.

Las principales funciones y beneficios del test de producto consisten en identificar aquellos campos del producto que se han de explotar vía publicidad y captar las reacciones del consumidor para seleccionar los atractivos emocionales de la publicidad. Se sabe que hay frecuentes errores del test. Demasiadas veces se hacen los tests para dar la razón a quien lo encarga y demostrar sea como sea el valor del producto.

8.5.3 El lanzamiento

Cuando se aproxime el lanzamiento definitivo, se retocarán algunos aspectos: tal vez sea necesaria una inversión en equipos y locales nuevos para hacer posible la producción o distribución a gran escala, instruir y motivar a la fuerza de las ventas y los distribuidores y organizar un programa completo de publicidad y promoción. También será necesario plantear bien el *timing* del lanzamiento. La empresa debe determinar el camino crítico para planificar bien el lanzamiento; se requiere llegar a la mayoría de la gente con los mínimos recursos, pero con la imagen que la empresa quiere dar.

Marca y envase

La marca, y dentro de ésta el logotipo, que difícilmente se pueden cambiar en la vida de un producto, deberán haber sido estudiados con la máxima atención. La marca intenta sugerir alguna característica del producto, dar alguna ventaja competitiva, ser fácilmente pronunciable y recordable. El nombre de la marca tendría que pasar tests de asociación, tests de aprendizaje, tests de memoria y tests de

Cuadro 8.3 Un nombre atractivo es la clave para vender bien

Uno de los mayores retos que tiene una empresa al lanzar un nuevo producto consiste en encontrar un nombre que suscite connotaciones positivas en todos los países o, al menos, no despierte sentimientos negativos.

Volkswagen, antes de lanzar su modelo Diago en Inglaterra tuvo que pensar en estos temas. Los ingleses relacionaban este nombre con Diego Maradona, un personaje poco popular en el país, después de que con un polémico gol eliminara Inglaterra del Mundial de 1986. Rebautizando el nombre del coche como *Vento*, la empresa se ahoró un fracaso.

Volkswagen y muchas otras empresas utilizan agencias profesionales para decidir el nombre de sus productos antes de lanzarlos en el mercado. “Es posible que un buen nombre no ayude a vender un mal producto, pero un mal nombre puede arruinar las ventas de un buen producto” ha declarado Suzanne Latour, copropietaria de la sucursal alemana Nomen, una agencia francesa especializada en encontrar nombres para los productos y que en su día detectó el posible desastre de Volkswagen.

Han pasado a la historia aquellas épocas en que los ejecutivos elegían al azar, como Gotlieb Daimler, que propuso para su coche de lujo el nombre de la hija de un cliente: Mercedes. Entrar en un nuevo mercado cuesta cada vez más dinero; por tanto, es importante encontrar un buen nombre.

En el sector del automóvil hay numerosas historias de fracasos. Citaremos un par de ejemplos. En Alemania, Rolls-Royce tuvo que cambiar el nombre, de su Silver Mist por Silver Shadow porque “mist” significa abono o basuras. Toyota Motors descubrió que en Francia el nombre de su modelo *MR2* leído con la fonética francesa sonaba como “merde”, lo que no era precisamente seductor para el futuro cliente.

Cuando SEAT comenzó a exportar a Grecia su modelo Málaga, comprobó que el nombre sonaba muy parecido a *malaka*, que en Grecia es un insulto. Rebautizó el coche llamándole Gredos. Otro constructor de automóviles, Mitsubishi, ha cambiado el nombre a uno de sus todoterrenos en los mercados de habla hispana. El nombre original, Pajero, fue substituído por Montero. Chevrolet se vio obligado hace ya años a cambiar el nombre de su Nova en algunos mercados para evitar los chistes que le convertían en “No va”.

Un buen nombre, afirma Latour, debe asociarse a evocaciones agradables, expresar el “alma” o las características más importantes del producto y tocar una fibra emocional. Estudios recientes de mercado muestran que entre el 85% y el 95% de las decisiones de compra tienen una base emocional... el razonamiento y la lógica vienen después.

Fuente: Cinco Días/Wall Street Journal 16.4.1996 y El País 16.2.1997

preferencia. Se puede optar por varias políticas de lanzamiento, escogiendo una marca única o diferentes marcas. En el caso de una sola, se hace publicidad con menor coste y todos los productos se promocionan igualmente, pero si falla un producto se resiente toda la empresa. Es recomendable el uso de la marca única cuando el conocimiento de la marca es muy grande y, en el caso de que la empresa no sea muy conocida, cuando se intenta llegar a un público diferente al actual o cuando es una marca totalmente identificada con un producto. Otra posibilidad es la creación de submarcas, con la ventaja de que se puede explotar el conocimiento de la principal y dar identidades diferentes a los otros productos.

A grandes rasgos, hay cuatro opciones clave para escoger el nombre para un nuevo producto:

- a) El nombre de la compañía más una identificación del producto.
- b) El nombre del producto.
- c) El nombre de la compañía más el nombre del producto.
- d) El nombre de la línea del producto más una identificación del producto.

En el cuadro 8.3 se puede leer una reflexión sobre la importancia del nombre en el sector del automóvil. El hecho que, en la decisión de compra haya un fuerte componente emocional refuerza el peso que tiene el nombre de cara a las ventas.

Otro de los aspectos técnicos importantes en el desarrollo de un nuevo producto es el envase. El envase puede abrir el camino a nuevos detallistas, crear una imagen de marca, suavizar los canales de distribución y dar fuerza a la campaña de publicidad y los programas de *merchandising*. Cumple los objetivos de protección, comodidad y función promocional (atraer al consumidor, informarlo y, sobretodo, vender el producto: el envase es un vendedor silencioso).

Siguiendo a Von Stritzky (1975), es conveniente reflexionar sobre aspectos como:

- el hecho de llevar a cabo estudios de mercado para las denominaciones libres, no relacionadas directamente con el producto
- la posibilidad de constituir familias de productos bajo el mismo nombre
- el hecho de servirse de marcas del productor como cobertura de marca o garantía de calidad
- hacer, o no, extensivo el nombre del producto al símbolo, al logotipo o a la marca en colores
- el hecho de que los nombres de marcas de la empresa estén protegidos.

8.6 Éxito y fracaso de los nuevos productos

8.6.1 Resultados de la investigación sobre nuevos productos

El lanzamiento de nuevos productos es siempre una actividad arriesgada, en la que, como se ha dicho, los fracasos son abundantes. No es raro que se hayan realizado innumerables estudios para identificar aquellos factores que permitan, si no asegurar el éxito -cosa totalmente imposible-, al menos aumentar las probabilidades de conseguirlo.

Los factores del éxito

Numerosas investigaciones -como la inglesa SAPPHO, realizada entre los años 1968 y 1971 en la Universidad de Sussex, que consistió en examinar un gran número de éxitos y fracasos en productos químicos e instrumental científico- llegan a la conclusión, a pesar de las diferencias metodológicas, que los factores siguientes son fundamentales para alcanzar el éxito de un nuevo producto:

- 1) El producto ha de presentar una ventaja distintiva: a los ojos del consumidor ha de aparecer como único y superior y ha de presentar una buena relación entre las prestaciones y el coste.
- 2) Es importante conocer las necesidades del consumidor: lo que éste quiere y sus gustos y también la orientación del mercado, ya que los datos procedentes del departamento de mercadotecnia juegan un papel importante en la definición del concepto del producto y en su diseño.

- 3) Un buen programa de lanzamiento: venta, promoción y distribución.
- 4) Perfección tecnológica y sinergia: una buena compenetración entre la tecnología del producto y los recursos tecnológicos y las habilidades de la empresa.
- 5) Una sinergia de *marketing*, es decir, un equilibrio entre los esfuerzos de mercadeo y de ventas, y las necesidades de distribución del producto y las habilidades que posee la empresa.
- 6) Un mercado atractivo para el nuevo producto: grande, con rápido crecimiento, con potencial de futuro y donde haya poca o ninguna competencia.
- 7) Dedicación y respaldo de la alta dirección.

Estudios posteriores confirman esta lista de factores. Por ejemplo, Robert Cooper (1994), de la Universidad McMaster de Hamilton, Ontario, Canadá, tras estudiar 103 casos de nuevos productos llegó a conclusiones semejantes: los dos factores más importantes para el éxito son la superioridad del producto y la comprensión de las necesidades del cliente, obtenida mediante los estudios de mercado.

En el mismo estudio, Cooper desmitifica falsas creencias. Afirma, por ejemplo, que:

- Ser el primero en irrumpir en el mercado es sólo un aspecto marginal en el logro del éxito. Tener un producto mejor es más decisivo.
- Una marca conocida y un buen esfuerzo comercial ayudan, pero, de nuevo, la calidad del producto tiene un impacto superior.
- Un precio bajo es menos importante que una buena relación calidad/precio.

La importancia del proceso de desarrollo de los nuevos productos

Robert Cooper parte del principio de que el proceso de desarrollo del nuevo producto -es decir, desde que se tiene la idea hasta que se lanza al mercado- es en sí mismo la clave del éxito. Las empresas que tienen una manera disciplinada de crear nuevos productos, siguiendo unas fases o etapas determinadas, acostumbran a tener más éxito en sus nuevos productos.

Cooper y Kleinschmidt (1986) analizó 252 casos reales de nuevos productos lanzados por más de un centenar de empresas canadienses, de los que aproximadamente la mitad tuvieron éxito y la otra mitad fracasaron. Las entrevistas con los responsables fueron muy minuciosas, siguiendo paso a paso lo que había pasado desde la idea hasta la comercialización. Se preguntó especialmente sobre las etapas del proceso de desarrollo de productos. En concreto las trece etapas que analizaron fueron:

- | | |
|---|---|
| 1. Selección inicial | 8. Pruebas del consumidor sobre el producto |
| 2. Valoración preliminar del mercado | 9. Mercado de prueba/Venta limitada |
| 3. Valoración preliminar técnica | 10. Producción de prueba |
| 4. Estudio detallado del mercado/Investigación de mercado | 11. Análisis previo a la comercialización |
| 5. Análisis empresarial y financiero | 12. Producción |
| 6. Desarrollo de producto | 13. Lanzamiento |
| 7. Prueba de laboratorio del producto | |

Respecto a las etapas, interesaban, sobretudo, las siguientes cuestiones:

- ¿Se han seguido todas las etapas?
- ¿Con qué nivel de eficiencia se han realizado las actividades previstas en cada etapa?
- ¿Cuál ha sido el impacto de cada una de las actividades en el resultado final del proyecto?
- ¿Importa realmente que cada etapa se realice de forma óptima?

Los resultados del estudio fueron bastante sorprendentes. En primer lugar, la mayoría de las empresas no realizaba las trece etapas recomendadas (tan solo en el 1,3% de los proyectos se efectuaron las trece actividades). En casi una tercera parte de los proyectos (32,7%) se ejecutaron sólo siete actividades o una cifra menor. Otras conclusiones fueron:

- Algunas actividades recomendadas tales como la investigación del mercado, la venta en un mercado de prueba y el análisis económico detallado se realizaron en menos de la mitad de los proyectos estudiados. En concreto, sólo en un 25,4% de los casos se hizo un estudio detallado del mercado y en un 22'5% la venta en un mercado de prueba.
- En general, los directivos entrevistados consideraron que las diversas actividades no se habían realizado de forma particularmente brillante. En especial, sería conveniente mejorar mucho tres de ellas -el estudio detallado del mercado, la selección inicial y la valoración preliminar del mercado- ya que no se habían realizado bien.

Analizando la relación existente entre a) el cumplimiento de las diversas etapas y b) el grado de corrección o meticulosidad con que fueron realizadas, con el éxito o el fracaso en los proyectos, se obtuvieron conclusiones muy interesantes:

- El resultado final se vinculaba fuertemente al cumplimiento del conjunto de actividades o etapas prescritas, es decir, a la realización o no de estas actividades. Los proyectos con éxito habían tenido en consideración un mayor número de etapas. En definitiva, un proceso más completo representaba una gran ventaja.
- Por otro lado, la forma en que se habían ejecutado estas etapas también estaba muy ligada al resultado final del proyecto. Por ejemplo, la valoración preliminar del mercado y el lanzamiento al mercado fueron realizadas mejor en los proyectos que tuvieron éxito que en los que fracasaron.

La conclusión final parece clara: el éxito de un nuevo producto está estrechamente ligado con las actividades que se llevan a cabo en el proceso y la manera como se han ejecutado. Por tanto, es conveniente el establecimiento en la empresa de un plan normalizado para el desarrollo de los nuevos productos, y que se cumpla de manera rigurosa. A pesar de su aparente obviedad, esta conclusión es mucho más importante de lo que parece.

Tabla 8.4 Factores de fracaso de un nuevo producto

<i>Factores tangibles</i>	<i>(aquellos que una persona totalmente ajena a la empresa puede detectar)</i>
<i>Inutilidad</i>	<i>A menudo un producto nuevo no encaja en ninguna parcela de mercado porque es demasiado estándar o demasiado especializado y, por tanto, resulta ser un producto inútil.</i>
<i>Baja calidad</i>	<i>Frente las múltiples opciones de compra, los productos con un nivel de calidad igual o inferior al de la competencia no serán capaces de triunfar.</i>
<i>Precio inadecuado</i>	<i>La relación precio-calidad de un nuevo producto ha de estar perfectamente determinada.</i>
<i>Subinversión publicitaria</i>	<i>Una inversión inadecuada o una falta de inversión en los planes de mercadotecnia (publicidad, distribución y promoción) hacen que el nuevo producto no llegue a los consumidores.</i>
<i>Nombre, presentación y comercialización inadecuados</i>	<i>Cuando el soporte publicitario de un nuevo producto no es ni explícito ni de calidad el producto suscita una fuerte reacción de rechazo.</i>
<i>Subestimación de reacciones de competencia</i>	<i>Se ha de considerar el tipo, la intensidad y el calendario de una eventual de las reacción de la competencia y se ha de medir su impacto potencial sobre las la las ventas a partirde los modelos de simulación.</i>
<i>Factores intangibles</i>	<i>(son aquellos que una persona ajena a la empresa no puede detectar. En general inherentes al proceso de desarrollo del producto)</i>
<i>Estructura empresarial inadecuada</i>	<i>El hecho de que la responsabilidad del desarrollo de un nuevo producto producto sea mal compartida conlleva una fuerte descoordinación y limita la iniciativa y el entusiasmo.</i>
<i>Confusión de velocidad con precipitación</i>	<i>Un sistema empresarial, basado sólo en primar el número de lanzamientos de nuevos productos, con atención sólo a las reacciones de la competencia, está condenado al fracaso.</i>
<i>Utilización incorrecta los estudios de mercado</i>	<i>La negligencia en los estudios de mercado, su realización a destiempo de y la no evaluación de los resultados no invalidan su eficacia.</i>
<i>Toma de decisiones emocional</i>	<i>La subjetividad de una decisión a partir sólo de la opinión entusiasta de un entusiasta de un empresario puede hacer que un nuevo producto alcance unos resultados deplorables.</i>

Fuente: Lin, 1987

El grado de novedad o de innovación

En otra investigación, Kleinschmidt y Cooper (1986) estudiaron la influencia del grado de novedad o innovación (*product innovativeness*) de los nuevos productos en el éxito comercial.

A *priori* los productos muy innovadores serán “únicos” y, en consecuencia, diferentes de los competidores. Por tanto, podrán producir una ventaja competitiva que tenga un fuerte impacto sobre los resultados. En contrapartida el riesgo aumenta con el grado a las empresas a comportamientos más conservadores y limitarse a “mejorar los productos conocidos para los mercados conocidos”. Se trataba de descubrir qué comportamiento era el preferible.

Kleinschmidt y Cooper estudiaron 195 nuevos productos -123 éxitos y 72 fracasos- desarrollados por 125 empresas. Inicialmente los productos fueron ordenados de acuerdo con una clasificación elaborada, años atrás, por la consultora Booz-Allen&Hamilton, donde figuraban las seis categorías siguientes:

- Productos nuevos en el mundo.
- Nuevas líneas de productos en la empresa.
- Adiciones en una de las líneas de productos existentes.
- Mejora o revisión de los productos existentes.
- Reducciones de coste en los productos existentes.
- Reposicionamiento de los productos existentes.

Los casos se repartieron de forma muy diferente en las seis categorías anteriores. Una sola línea - "Nuevas líneas de productos en la empresa"- contaba con 74 casos mientras que otras tenían muy pocos. Para obtener más uniformidad, los casos anteriores se redistribuyeron en tres grados de innovación, alto, medio y bajo, y se consiguió una mejor representatividad estadística. Se efectuó la distribución con los siguientes criterios:

Grado de innovación alto (30,2% de los casos). Formado por los “Productos nuevos en el mundo” y, dentro de las partidas “Nuevas líneas de productos de la empresa” y “Adiciones a una de las líneas de productos existentes”, solamente para aquellos casos en que, además, los productos eran nuevos en el mercado.

Grado de innovación medio (47,2% de los casos). Comprendía el resto de los productos incluidos es las dos partidas citadas en el párrafo anterior (“Nuevas líneas de productos en la empresa” y “Adiciones a una de las líneas de productos existentes”), es decir, las que ya estaban presentes en el mercado.

Grado de innovación bajo (22,6% de los casos). Reunía los casos correspondientes a las tres últimas categorías de la clasificación de Booz-Allen&Hamilton.

Los resultados fueron muy claros: los productos con un grado de innovación alto o bajo obtuvieron unas tasas de éxito elevadas (78 y 68% respectivamente), muy superiores a los productos de grado medio (51%). Gráficamente, los resultados se podrían representar mediante una curva en forma de U.s

Cuadro 8.4 Wonderbra, así se estrella un producto estrella

En noviembre de 1994, Playtex lanzó a la calle, después de la campaña de promoción comercial más agresiva de los últimos años en España, la prenda más provocativa desde aquellos apretadísimos corsés femeninos del siglo XVIII: el sujetador Wonderbra.

Para Playtex España el Wonderbra era algo más que un nuevo producto estrella. La filial española de Sara Lee había puesto en las ventas del nuevo sujetador gran parte de sus esperanzas para sanear la cuenta de resultados. En 1994, sus pérdidas habían ascendido a 263 millones de pesetas, con unas ventas de 2.510 millones. Playtex esperaba vender 1.097 unidades de Wonderbra al día, es decir, facturar 2.000 millones de pesetas en un año. Las previsiones no se cumplieron. En 1995, la compañía incrementó un 130 por ciento su facturación -alcanzó los 5.800 millones de pesetas- gracias al lanzamiento de nuevos productos. Pero con el Wonderbra facturó la mitad de lo esperado -mil millones de pesetas-. Y además, en contra de lo esperado, al final del ejercicio las pérdidas casi se doblaron, hasta alcanzar los 406 millones. En diciembre pasado, su empresa matriz, la estadounidense Sara Lee, tuvo que aportar 700 millones de pesetas para evitar la quiebra de la filial española.

Este año, la ventas de Wonderbra continúan cayendo; lo que significa que en menos de dos años esta marca se ha quedado obsoleta. De hecho, ha pasado de tener una cuota de mercado de un 4 por ciento -cuando se lanzó-, a tan solo un 0,3 por ciento en el primer semestre de 1996, según fuentes del mercado. Actualmente, medios cercanos a El Corte Inglés aseguran que la empresa distribuidora aún no ha decidido qué hacer con sus *stocks* sobrantes del *sujetador mágico*.

¿Por qué se ha estrellado Playtex con un producto llamado a saltar al estrellato? Primero, porque la competencia se le adelantó, y logró colocar en las tiendas prendas semejantes, aprovechando el rebufo de la espectacular campaña publicitaria del Wonderbra; segundo, porque Playtex gestionó muy mal sus existencias, y tercero, porque su campaña de publicidad fue demasiado agresiva.

A finales de 1993, Playtex Europa había adquirido la marca Wonderbra a la firma francesa Canadelle y la había relanzado en Francia y Gran Bretaña con una modelo de rompe y rasga llamada Eva Herzigova. El éxito fue absoluto en los dos países, pero para Playtex España se convirtió en un arma de doble filo. El resto de empresas corseteras con fábricas en España olieron las posibilidades de negocio. Viajaron a Londres para estudiar el nuevo fenómeno comercial. Y en menos de tres meses, gracias a que contaban con fábricas propias en territorio nacional -lo que no tiene Playtex España-, lanzaron al mercado sus réplicas del Wonderbra.

Según Vicente Ordiñana, consejero delegado de Playtex España, la dirección general de la compañía fijó la llegada oficial del Wonderbra a la Península para abril de 1995, pero el ataque de la competencia le obligó a adelantar la campaña de publicidad a julio de 1994 y la venta del producto a noviembre. Fue demasiado tarde. Cuando Wonderbra llegó efectivamente a España, sus rivales llevaban varios meses vendiendo sus marcas valiéndose de la campaña de *marketing* de Playtex.

La empresa catalana Selecciones Americanas atacó con su modelo Peter Pan Olé, Vives Vidal con Gemma-bra y Women's Secret, la filial especializada en lencería de Cortefiel, con Women-bra. En total, en menos de siete meses los competidores de Playtex vendieron cerca de 2.500 millones de pesetas con estas marcas. Pero la filial de Sara Lee no pudo hacer nada para evitarlo. Durante todo este tiempo la compañía recibió miles de pedidos en España, pero no pudo atenderlos, porque el exceso de demanda en Gran Bretaña y Francia colapsó el suministro hacia la filial española. "Fue desesperante. El público creyó que se trataba de una estrategia de *marketing* y lo que ocurrió es que no teníamos existencias", afirma Ordiñana.

Playtex tampoco acertó con su campaña de publicidad. Los expertos opinan que cometió un doble fallo: por un lado, fue demasiado agresiva para el público femenino español, que es mucho más conservador que el parisino o londinense. Ahora parece que Playtex ha aprendido la lección, porque en México, donde acaba de lanzar la misma campaña, la modelo Eva Herzigova viste con camisa y chaqueta. Por otro lado, la compañía no mantuvo una línea de continuidad en sus gastos. "En menos de seis meses invirtieron mil millones de pesetas y luego, de la noche a la mañana, todo desapareció. Fue una ruina", afirma Mauricio Bloch, director general de Selecciones Americanas.

Fuente: María Huerta, La Actualidad Económica, 23.9.96

Los productos altamente innovadores ofrecen al cliente unas ventajas únicas (prestaciones, calidad, reducción de coste, etc.) que los hacen muy atractivos. En el otro extremo, los productos poco innovadores aprovechan las sinergias tecnológicas y de mercado. En cambio, a los productos con un

grado innovador medio les faltan ambas cualidades: la capacidad de producir ventajas únicas y la sinergia con las actividades habituales de la empresa.

Las estrategias abiertas y cerradas en el desarrollo de nuevos productos

Nyström (1985) ha desarrollado el concepto de las estrategias abiertas y cerradas, después de analizar más de 300 casos de nuevos productos en diversos sectores. Según Nyström, una estrategia es abierta cuando: a) se utilizan nuevas tecnologías procedentes de otras áreas, buscando sinergias, cosa que requiere contactos frecuentes con instituciones exteriores (universidades, centros de investigación, consultores,...), b) se quieren conseguir nuevos clientes y c) muchos productos nuevos no encajan en la línea de producto habitual y tienen aplicaciones de tipo general.

Al contrario, una estrategia es cerrada cuando: a) se basa en el desarrollo interno de las propias competencias, es decir, en la propia investigación, sin apenas contacto con entidades exteriores, y, además, la I+D se realiza en una área tecnológica bien delimitada, b) se centra en las modificaciones de los productos existentes para los clientes existentes, y c) los nuevos productos tienen aplicaciones específicas.

La principal conclusión que se derivó de los estudios empíricos de Nyström es que la estrategia abierta tiene un potencial creativo superior y es más adecuada en entornos cambiantes e inciertos, mientras que una estrategia más cerrada podría ser mejor en circunstancias más estables y previsibles. La empresa debe establecer el equilibrio adecuado entre ambas estrategias.

8.6.2 ¿Puede fracasar la empresa innovadora? La importancia de los recursos complementarios.

No siempre una empresa que ha sido la primera en lanzar un producto nuevo al mercado triunfa. A veces, el segundo que actúa con rapidez (*fast second*) o incluso un tercero actuando lentamente (*slow third*) pueden superar al innovador. No es suficiente tener un producto muy bueno; hay muchos otros condicionantes para conseguir el éxito que rodean al producto en sí y que globalmente son tan o más importantes. Algunos ejemplos son la publicidad, los canales de venta, los distribuidores o el acierto del segmento de clientes.

Entre las empresas innovadoras las hay ganadoras y perdedoras y, entre las seguidoras e imitadoras también podemos encontrar las que tienen éxito y las que fracasan. Teece, en un artículo clásico (1987), resumió estas situaciones en una matriz (figura 8.8).

Un cierto número de empresas innovan y sacan provecho de su innovación (ganan). Como ejemplos pueden citarse Pilkington con el cristal flotante (*float glass*), G.D. Searle con el edulcorante NutraSweet (aspartame) y Du Pont con la fibra artificial Teflon. En cambio, otros innovadores han fracasado a pesar de su éxito inicial, como EMI (Electric and Musical Industries) con su escáner - que será comentado con más detalle -, Bowmar con las primeras calculadoras electrónicas, o Xerox con su estación de trabajo para oficina Star. Una conclusión de estos casos podría ser que la innovación es demasiado arriesgada y que la estrategia de “seguidor” resulta a menudo ganadora, como ilustran los

casos de IBM con los ordenadores personales, Matsushita con los aparatos de video o Seiko con los relojes de cuarzo. Pero esta conclusión no tiene en consideración el elevado número de seguidores-perdedores, como Kodak con la fotografía instantánea o Digital Equipment Corporation con los ordenadores personales.

	Innovador	Seguidor
Exito	<ul style="list-style-type: none"> - Chupa-Chups - G.D. Searle (NutraSweet) - Du Pont (Teflon) 	<ul style="list-style-type: none"> - Matsushita (aparatos de video VHS) - Seiko (relojes de cuarzo)
Fracaso	<ul style="list-style-type: none"> - EMI (Scanner) - Xerox (ordenadores oficina) - Bowmar (calculadoras electrónicas) 	<ul style="list-style-type: none"> - Kas-cola - Kodak (fotografía instantánea)

Fuente: Teece, 1984 y elaboración propia

Fig. 8.8 Taxonomía de resultados del proceso innovador

Un ejemplo clásico de todo esto se encuentra en el caso real del escáner de la compañía EMI. EMI era una empresa con una gran tradición innovadora, Había desarrollado televisores de alta resolución a lo largo de los años treinta, radares durante la Segunda Guerra Mundial y los primeros semiconductores para ordenadores del Reino Unido en 1952. A finales de los sesenta, Godfrey Hounsfield, un ingeniero de EMI, se dedicó a una investigación que dio como resultado la identificación de un sistema para explorar el funcionamiento del cerebro del cerdo. El trabajo clínico siguiente demostró que el TAC (tomografía axial computerizada) era útil para generar imágenes de secciones del cuerpo humano, lo que se consideró el avance más importante de la radiología desde el descubrimiento de los rayos X. Aunque inicialmente tuvo más beneficios con su Scanner CAT, en el 1973, a los seis años de introducción en los USA la empresa perdió el liderazgo del mercado y durante el octavo año tuvo que abandonar la producción de escáners. Otras empresas, como General Electric, se quedaron con el mercado aunque hubieran entrado más tarde.

Este y otros casos parecidos hacen que se cuestione la innovación, pero yendo más a fondo se han intentado buscar las causas del fenómeno que conducen al fracaso o al éxito de los productos. Teece basa su análisis de la apropiación de los beneficios por el innovador en tres conceptos: el régimen de propiedad, el paradigma del proyecto dominante y los recursos complementarios necesarios para sacar provecho de la innovación.

Cuadro 8.5 Unimation: éxito y fracaso en el mundo de los robots

En 1961, Joseph F. Engelberger, fundador y presidente de Universal Automation (Unimation) Inc., reconocido como padre de la robótica mundial juntamente con George C. Derd, autor el 1954 de la primera patente sobre “Transferencia programada de artículos”, instaló el primer robot industrial - un Unimate aplicado a la descarga de una máquina inyectora de aluminio - en una planta de la General Motors. Dos años atrás, Engelberger y Derd habían fundado la empresa juntamente con un pequeño grupo de ingenieros y programadores de la Universidad de Stanford.

Hasta 1980 el único producto fabricado y comercializado por Unimation fue el robot Unimate, en versiones diferentes según el alcance y la capacidad de carga, basado en una única filosofía: un computador programable en un lenguaje de alto nivel - el VAL - que controla un brazo articulado con una cadena cinemática de coordenadas polares, accionado por una serie de actuadores hidráulicos.

En 1980 Unimation triunfaba. Había instalado más de 3000 unidades con las aplicaciones más diversas, en todo tipo de industrias, desde las alimentarias hasta las aeroespaciales. Años atrás, en 1967, Engelberger había presentado los robots americanos en Japón ante un auditorio de más de 700 ejecutivos entusiasmados. En 1968, Kawasaki Heavy Industries adquirió la licencia de Unimation para fabricar sus robots en el Japón.

Hoy, todo esto pertenece a la historia. ¿Qué ha pasado para que actualmente Unimation sea tan solo el “apellido ilustre” de un fabricante francés de robots, Staübli Unimation?

El mismo Engelberger reconoce en su libro *Robots in practice* que su empresa no obtuvo beneficios hasta el año 1975, ya que antes se había visto obligada a emprender una tarea ingente de divulgación de la robótica encaminada a romper las barreras de todo tipo, incluidas las psicológicas de muchos empresarios que se resistían a incorporar unas máquinas que sobrepasaban su nivel tecnológico. Como suele suceder, los competidores se aprovecharon de esta tarea. El 1973, Warnecke y Schrafft, de la Universidad de Stuttgart, relacionaron en su libro *Industrie Roboter 71* fabricantes de robots, cifra que en 1978 aumentó hasta 200 empresas, disminuyendo después hasta las cincuenta empresas actuales.

El motivo del fracaso radicó, sin duda, en la orientación tecnológica. Engelberger optó por el uso exclusivo del accionamiento hidráulico en sus robots. Esta opción era la única posible en 1961, ya que en esta época las servoválvulas experimentaron un gran desarrollo. Pero a inicios de los setenta la tecnología del accionamiento eléctrico ya era posible a causa de la aparición de las tarjetas servoamplificadoras, capaces de dirigir de forma mucho más rápida y precisa un brazo movido por motores eléctricos.

En el año 1973, Asea - que hoy se ha integrado en ABB (Asea-Brown Boveri), y es líder mundial en robótica industrial - lanza el primer robot completamente eléctrico, criticado por la gente de Unimation con el argumento de que una máquina eléctrica, con motores con escobillas, no podría ser jamás tan robusta como una hidráulica.

Dos años más tarde, en 1975, Unimation, presionada por la General Motors, su principal cliente, empezó a desarrollar su robot Puma (Programation Universal Machine for Assembly), totalmente eléctrico, de coordenadas angulares - a imitación de los Asea - que fue lanzado al mercado en 1980.

Pero cuando apareció el Puma el mercado estaba ya ocupado por empresas importantes: Asea, Comau, Volkswagen, Renault, Cincinnati Milacron, Hitachi, Kawasaki, Nachi, Mitsubishi, Yaskawa,... que llevaban una ventaja considerable al “decano” de la robótica. El Puma consiguió sólo una modesta penetración en el mercado.

En 1985 Unimation fue adquirida por Westinghouse, que más tarde decidió “desinvertir”: dividió la división de robótica en dos partes - robots hidráulicos y eléctricos - y vendió las licencias a Prab y Staübli respectivamente, lo que representó el final de Unimation.

Actualmente sólo se fabrica un pequeño número de robots hidráulicos para algunas aplicaciones de pintura, dadas sus características antideflagrantes. Hace muchos años que los robots eléctricos son los estándar de la industria.

Fuente: Joaquin y Pau Clavell Busquets

El régimen de propiedad. Se refiere a la eficiencia de los mecanismos de protección de la tecnología. Las patentes no funcionan en la práctica tan bien como se supone. En algunos casos, como los

productos químicos o los inventos mecánicos, proporcionan una protección considerable pero en otros campos la protección es muy débil. Por tanto, conviene tener presente cuál es la naturaleza de la tecnología con que se trabaja y el grado de eficacia utilizado para proteger la propiedad individual.

El paradigma del proyecto dominante. En cualquier evolución de un desarrollo hay una etapa preparadigmática y una etapa paradigmática. En el primer caso el diseño de los productos no está normalizado y las empresas utilizan maquinaria diferente para diferentes proyectos de producción, se organizan de manera no especializada y los volúmenes de producción son bajos.

En un momento determinado, y después de un período de pruebas y errores en el mercado, un proyecto se destaca como el más prometedor, porque satisface las necesidades de los consumidores de una manera más completa. Por ejemplo, el Ford model T o el IBM 360 fueron en su momento proyectos dominantes en los campos automovilístico e informático (Teece, 1987).

Cuando un proyecto se convierte en dominante, la producción a gran escala se convierte en un parámetro mucho más importante y la maquinaria especializada hace posible la reducción de costes a través de las economías de escala.

La existencia de una línea de diseño dominante es de gran importancia en el momento de establecer el reparto de los beneficios entre el innovador y los seguidores. El innovador puede haber sido responsable de los avances científicos y tecnológicos fundamentales, y también del proyecto básico del producto. No obstante, si la imitación es sencilla, los imitadores pueden entrar en el mercado modificando el producto a partir del proyecto inicial del innovador. Cuando la imitación es posible antes de la aparición del diseño dominante, los imitadores tienen una buena oportunidad para que sus productos sean considerados estándares por la industria y colocan al mismo innovador en una situación de desventaja.

El caso de los sistemas de vídeo ilustra suficientemente bien este punto. En el inicio de los años ochenta tres sistemas competían por el mercado del consumo doméstico: el Philips 2000, el BETA y el VHS. Siendo el VHS de Matsushita un seguidor y ofreciendo menos prestaciones y calidad se impuso como estándar, sobretodo gracias a una agresiva política de concesión de licencias y por disponer de una mejor oferta de películas. (ver cuadro 10.3).

Los recursos complementarios (complementary assets). En la mayoría de los casos la comercialización adecuada de la innovación requiere la utilización, junto al *know how*, de una serie de capacidades o tareas complementarias: servicios de mercadeo, redes de distribución, producción competitiva, asistencia postventa, formación de los clientes, logística... Por ejemplo, el *hardware* informático necesita *software* especializado como complemento. No hace falta decir que estas actividades complementarias pueden obligar a las empresas a movilizar recursos financieros muy cuantiosos.

Como consecuencia de las relaciones que se puedan dar entre los tres conceptos anteriores, será más o menos fácil que la empresa pueda apropiarse de los beneficios derivados de su invención. Cuando el innovador tiene una patente efectiva puede comercializar su producto con seguridad durante un período de tiempo. Incluso cuando no dispone de recursos complementarios suficientes tiene tiempo para conseguirlos. O si el producto se encuentra en una situación preparadigmática tiene tiempo para mejorar su diseño.

En cambio, si el régimen de propiedad es débil, la situación del innovador es muy frágil. Entonces los innovadores deben cuidar mucho sus relaciones con el mercado, para que las necesidades del consumidor se traduzcan en continuas modificaciones del proyecto que les permitan llegar al estándar antes que los competidores. Cuando el tipo de innovación hace que los gastos de desarrollo -que incluyen la construcción de prototipos-, de producción y de comercialización sean muy elevados y el innovador no tiene suficientes recursos financieros, es poco probable que éste resulte ganador. Las empresas que disponen de los recursos complementarios especializados -canales de distribución, capacidad de producción especial, etc. -están en una posición claramente ventajosa. Los beneficios de la innovación pasarán a las empresas que dispongan de estos recursos.

El fracaso de EMI, antes citado, tiene ahora explicaciones claras. El escáner tenía una protección débil -por lo cual fue copiado rápidamente (*reverse engineering*)-, no llegó a constituirse en estándar y su producción y comercialización exigían recursos complementarios de coste elevado. EMI no disponía de recursos financieros suficientes para afrontar estos requerimientos y fue desplazada del mercado. Probablemente, la solución lógica hubiera sido la asociación con alguna empresa, como Siemens o la misma General Electric, que dispusiera ya de estos recursos complementarios.

8.7 ¿Emerge un nuevo paradigma para el desarrollo de nuevos productos?

En los últimos años se han producido notables avances relacionados con los procesos de innovación en las empresas. En este capítulo y en los anteriores se ha pasado revista a conceptos tales como la vigilancia tecnológica, la ingeniería simultánea, los grupos pluridisciplinarios, el funcionamiento en red, la creciente participación de los suministradores, el análisis del valor, el QFD.... Algunos autores, como Wilemon y Millson (1994) creen que estos cambios están configurando un nuevo paradigma. La tabla 8.5 resume sus rasgos principales.

Tabla 8.5 Paradigmas tradicional y emergente para el desarrollo de nuevos productos

<i>Tradicional</i>	<i>Emergente</i>
<i>Lineal</i>	<i>Iterativo, solapado</i>
<i>Separación funcional</i>	<i>Integración funcional</i>
<i>Proyectos intermitentes</i>	<i>Innovación continua</i>
<i>Orientado por la I+D</i>	<i>Orientado por el cliente</i>
<i>Desarrollo en la propia empresa</i>	<i>Redes de empresas</i>
<i>Perspectiva doméstica</i>	<i>Perspectiva global</i>
<i>La calidad es cara</i>	<i>La calidad reduce costos</i>
<i>Corto plazo</i>	<i>Largo plazo</i>
<i>Beneficios</i>	<i>Satisfacción del cliente</i>

Fuente : Wilemon y Millson, 1996

9 La protección de la innovación: las patentes

9.1 La necesidad de proteger las innovaciones

En un contexto en que los mercados son cada vez más cambiantes y globales, la necesidad de proteger los productos o de afirmar y conservar la propiedad de los procesos e innovaciones es importante para mejorar la posición competitiva. Muy frecuentemente, empresas que han tardado años en desarrollar y madurar sus productos se dan cuenta de que están siendo copiadas por sus competidores. También a menudo no pueden introducirse en otro país con su propia marca porque otros han registrado allí su nombre. La propiedad intelectual y la propiedad industrial registran estas situaciones y sirven para que se cumplan las leyes que protegen al primero que ha desarrollado una creación o un producto, un servicio o un proceso.

Las protecciones aparecen en el mundo económico como un incentivo para la innovación. Sin la protección que ofrece la patente ninguna empresa estaría dispuesta a efectuar los grandes gastos necesarios para desarrollar una innovación, sabiendo que ésta puede ser copiada inmediatamente. Las patentes inscritas en el registro de la propiedad aseguran que los resultados de un proyecto de investigación se pueden proteger de su explotación por otras empresas y evitan que se repitan desarrollos ya efectuados, duplicando esfuerzos. Desde el punto de vista de la economía empresarial, las patentes, representan un activo intangible de difícil valoración. No sólo son patentables los inventos o innovaciones sino también la mejora de procesos y equipos, especialmente si reducen el consumo energético o las emisiones contaminantes. También las nuevas aplicaciones de productos o procesos.

9.1.1 Los principales instrumentos

Los distintos derechos de protección industrial comportan y legislan el derecho en exclusiva de explotación temporal de un conjunto de conocimientos, signos o símbolos. Las distintas variedades de la propiedad industrial se pueden agrupar en torno a las invenciones, los signos distintivos y el diseño industrial:

- 1) Las invenciones se protegen mediante las *patentes* y los *modelos de utilidad*, que restringen o impiden la fabricación, venta y comercialización de la invención. Mientras

Cuadro 9.1 La fórmula secreta de la Coca-Cola

La fórmula de la Coca-Cola, elaborada por John Pemberton, tiene fama de ser uno de los secretos mejor guardados del siglo XX. En 1977 la empresa prefirió retirarse de la India antes que facilitar la fórmula al gobierno de aquel país, que se la pedía con insistencia. Pero Mark Pendergrast, que investigaba los archivos de la Coca-Cola sobre la historia de la empresa se encontró de pronto, ante la famosa fórmula. Pendergrast reveló por primera vez la composición original el año 1993 en el libro *Por Dios, la patria y Coca-Cola*:

Citrato de cafeína, 1 onza (28,35 gramos)
Extracto de vainilla, 1 onza
Aromatizante, 2,5 onzas
E.F. Coco (extracto fluido de coca), 4 onzas
Ácido cítrico, 3 onzas
Zumo de lima, 1 cuarto de galón, (1 galón = 3,785 litros)
Azúcar, 30 libras (1 libra = 453,6 gramos)
Agua, 2,5 galones

Mezclar la cafeína, el ácido y el zumo de lima en una cuarta parte de agua hirviendo y añadir la vainilla y el aromatizante cuando la mezcla esté fría.

Aromatizante: Esencia de naranja, 80. Esencia de limón, 120. Esencia de aceite de nuez moscada, 40. Esencia de aceite de canela, 40. Esencia de cilantro, 40. Esencia de neroli (extracto de flores frescas de una variedad de naranja), 20. Alcohol, 1 cuarto (de galón).

Se deja en reposo 24 horas.

Esta composición ha sido modificada ligeramente algunas veces. El aromatizante es el factor clave de la Coca-Cola. Se supone que solo dos empleados de la empresa saben cómo mezclar los componentes del aromatizante. Estos empleados deben desplazarse a menudo a Cidra, Puerto Rico, y a Drogheda, Irlanda, para reponer las reservas de aromatizante, que es suministrado a las sucursales de todo el mundo.

Pendergrast comenta la reacción de un directivo de Coca-Cola cuando le preguntó qué pasaría si publicase la fórmula y apareciese algún nuevo competidor.

- ¿Cómo llamarían al nuevo producto? - preguntó el director.
- Bien, no podrían llamarlo Coca-Cola porque ustedes los demandarían. Supongamos que lo denominan Yum-Yum y que dan a entender claramente, sin exponerse a ningún proceso judicial, que Yum-Yum es en realidad la fórmula original de Coca-Cola.
- Muy bien. ¿Y después, qué? ¿Qué ganarían? ¿Cómo harían la distribución? ¿Y la publicidad? ¿Se da cuenta de adónde quiero llegar? Hemos dedicado más de 100 años y cantidades incalculables de dinero a consolidar el patrimonio de esta marca. Sin nuestra producción masiva y nuestro increíble dominio del mercado, cualquiera que intentase copiar nuestra marca no llegaría a ninguna parte, y debería cobrar la bebida demasiado cara. ¿Por qué razón la gente compraría Yum-Yum, que en realidad es igual que Coca-Cola, pero cuesta más, cuando puede comprar la auténtica Coca-Cola en cualquier lugar del mundo?

Fuente: Pendergrast, El País 9.5.1993

que las patentes tienen una vigencia en España de 20 años, los modelos de utilidad, que son novedades nacionales y no mundiales como las patentes la tienen por 10 años. Esta protección esconde una relación contractual entre el autor de la invención y el estado. Se

trata de conceder un derecho de explotación en el período determinado para que el inventor pueda recuperar la inversión efectuada y conseguir unos beneficios por el riesgo asumido.

- 2) La siguiente variedad es la de los *signos distintivos*, tanto de la empresa como de los establecimientos, los productos o los servicios. Se trata de *las marcas, los nombres comerciales y los rótulos de los establecimientos*. Las marcas duran 10 años pero pueden ampliarse y renovarse indefinidamente.
- 3) Finalmente existe el *diseño industrial*, que engloba *los modelos industriales* cuando los diseños se refieren a cuerpos en tres dimensiones y los *dibujos industriales* cuando tienen sólo dos dimensiones.

Casi todas estas posibilidades de protección se dan en la mayoría de países, pero existen *otras alternativas*. Si se considera la patente como el elemento de referencia en lo que a protección de las innovaciones se refiere, se encuentran otros caminos que permiten tanta o más eficacia, aunque presenten algunas limitaciones. La alternativa más importante es el *secreto industrial* o *know how*. Esta palabra, de origen inglés, indica que la empresa conoce el funcionamiento de un proceso que le otorga ventaja competitiva respecto a otras empresas que aún no disponen de estos conocimientos. El *know-how* se puede definir como "un conjunto de conocimientos técnicos, industriales o comerciales, no patentados, de carácter secreto y de un cierto valor para la empresa". Escoger entre la protección registrada (patente) o el secreto es una elección que debe ser objeto de una cuidadosa reflexión. Los factores más importantes que hay que tener en cuenta para poder elegir son el ciclo vital de la tecnología, la probabilidad de obtener la patente solicitada, la disponibilidad financiera de tener y mantener patentes en distintos países, etc.

El *know-how* puede ser tan eficaz como las patentes a causa de una serie de normas, como la de la competencia desleal. En el caso de competencia desleal es aplicable la ley de marcas de 1988. También son aplicables las prohibiciones legales de competencia y las obligaciones legales de secreto que se imponen a ciertas personas por la legislación sobre sociedades y las previsiones del Código Penal sobre descubrimiento y divulgación de secretos.

Otras posibilidades de protección son las reguladas por *la Ley de propiedad intelectual de 1987* que establecen los derechos de autor y permiten proteger el componente artístico de un diseño. También la prohibición de copiar los programas de ordenador está reglamentada por la misma ley. Finalmente existe una protección especial para las invenciones en relación con las variedades vegetales que se pueden acoger a *la Ley sobre variedades vegetales del 1975*. Sólo cuando esta ley no es aplicable se puede acoger a la ley de patentes.

Las funciones de todas las variedades de la propiedad industrial son básicamente tres: *la protección, la transferencia y la información*.

En el caso de las patentes, se da *protección* al innovador y se le bonifica con la exclusividad de los derechos de comercialización y fabricación para que así pueda recuperar las inversiones realizadas.

Cuadro 9.2. La protección del *software*

En el mundo de la informática existen unos campos muy bien delimitados, el de los aparatos o máquinas y el de los programas (*hardware* y *software*). El *software* es un bien inmaterial y a la vez un patrimonio, el problema es que no son cosas físicas pero tampoco son totalmente inmateriales, ya que necesitan siempre algún instrumento para mostrarse al exterior, y por el hecho de ser inmateriales se pueden copiar con facilidad. A causa de esta facilidad y porque se trata de un bien susceptible de ser explotado y poseído por ciertas personas, surge la necesidad de que sea legislado. Entre las dos opciones de protección, el secreto industrial o la vía legal (los derechos de autor y las patentes), los esfuerzos se centran sobre todo en esta segunda vía de protección absoluta.

Si se quiere proteger un programa mediante el secreto, puede intentarse mediante relaciones contractuales, contratos de licencia, de distribución de venta, prohibición de concesión a terceros o sólo de mero uso; pero estos contratos tienen algunos inconvenientes.

Históricamente la primera vía utilizada fue el reconocimiento de los derechos de autor. Pero las estipulaciones contractuales eran un obstáculo para la utilización de programas destinados al gran público. Después aparecieron las licencias *shrink-wrap*. Presentan una serie de advertencias e indican los derechos y deberes que se adquieren al romper la envoltura de los programas. No existe motivo para dar protección jurídica a los conocimientos que se mantienen secretos por una sola empresa; por ello en la práctica, lo que se castigan son las conductas de competencia desleal. Así lo hace la Ley de marcas de 10 de noviembre de 1988, pero deja al criterio del juez determinar si el secreto se ha adquirido por medios ilegítimos o no aunque haya habido daños.

Por otra parte, la protección del *software* a través de la marca tiene una eficacia limitada. De hecho, el titular tiene derecho exclusivo y se puede oponer a que terceros no autorizados la utilicen. Se trata, en la práctica, de una protección indirecta, no utilizable contra alguien que elaborase un programa parecido al primero y usar otra marca. A través del derecho de patentes, que *a priori* puede parecer una gran arma de protección, tampoco se obtiene la solución óptima. Los programas no son patentables ya que no son una invención que lleve a un resultado material y concreto.

La visión de los jueces atribuye al autor la propiedad de la materia por el hecho de creación; es esta vía de los derechos de autor la que se está utilizando para proteger el *software*. El hecho de la creación se traduce en derechos de carácter personal y patrimonial que atribuyen al autor la plena disposición y el derecho exclusivo de la explotación de la obra sin más limitaciones que las que establece la ley. Sólo el autor o un tercero autorizado podrá reproducir, distribuir, transformar o llevar a cabo explotaciones de la obra; es un derecho de exclusiva y de tutela del fruto de su creación que coincide con el derecho de patentes. El autor puede ser una persona física, el coordinador de la obra colectiva o bien un colectivo de autores si nadie asume la dirección y coordinación. Para evitar problemas con el creador hay que incluir en el contrato escrito las cláusulas que se han pactado con el empresario, sobre todo el hecho de que los derechos han sido cedidos en exclusiva para el ejercicio de la actividad habitual de la empresa en el momento de la entrega de la obra.

Los derechos que se adquieren al realizar la inscripción en el registro de la propiedad intelectual son: los derechos morales o de explotación, el uso del programa, el derecho de reproducción, el derecho de distribución y el derecho de transformación. Los derechos de autor tienen dos duraciones distintas en función de si se trata de la dimensión *moral* o de la dimensión patrimonial. En el primer caso son aplicables las mismas reglas que para cualquier obra (duración de por vida). En el segundo caso la duración es de 50 años desde el primero de enero del año siguiente al de la publicación, o creación si no se hubiese publicado. Para los programas de base esta consideración puede ser importante mientras que para los de aplicación no tiene ninguna importancia debido a la rapidez de los cambios que se están produciendo.

La Ley 16/1993, de 23 de diciembre, incorpora al Derecho español la directiva de la CEE de 1991 sobre la protección jurídica de programas de ordenador.

La función de *transferencia* se basa en que la patente, al ser un activo inmaterial y, por tanto, un activo de la empresa, es negociable y transferible. Especialmente en tecnología punta se utiliza mucho la transferencia de patentes. En empresas de sectores más maduros y tradicionales es más importante el secreto empresarial. Las patentes, además, constituyen por sí mismas una información muy útil. En efecto, a partir de los registros de las oficinas de patentes se puede obtener una visión del estado de la técnica y diseñar las estrategias en relación con las evoluciones tecnológicas, los mercados, las primeras materias, etc.

9.1.2 Propiedad industrial y propiedad intelectual

Tal como se ha mencionado, la obtención de un título de propiedad inmaterial garantiza al creador el monopolio de fabricación y venta temporal. Las dos opciones de que se dispone actualmente son la propiedad intelectual y la propiedad industrial. La primera se refiere a los títulos jurídicos que garantizan un monopolio al creador estético o literario mientras que la propiedad industrial garantiza el monopolio al creador de una idea industrial. Normalmente, la propiedad industrial intenta proteger básicamente ideas empresariales, industriales y comerciales, aplicaciones de descubrimientos científicos a la fabricación de bienes de consumo. Si no se registran inmediatamente las ideas en las oficinas de propiedad industrial, en las distintas variantes de marcas, patentes o diseño industrial, se perderá el derecho al monopolio.

La propiedad intelectual trata de proteger las ideas artísticas y literarias en todas las formas que se conocen: discos, libros, películas, cuadros, programas de televisión, etc. Sólo se puede disponer de protección sobre una idea concreta y no sobre un pensamiento abstracto. Es decir, sólo el texto de la novela puede ser objeto de propiedad literaria (*copyright*) y no los fragmentos e ideas que podía tener el autor en la mente. Las ideas artísticas no necesariamente deben registrarse en el Registro de la Propiedad Intelectual, (Oficina de Copyrights); pero aunque no sea necesario, es recomendable hacerlo porque en caso de plagio puede ser muy difícil probar el derecho de propiedad. Los procedimientos son más fáciles de seguir en la Oficina de Copyrights que en la Oficina de Patentes.

La protección de los programas informáticos es un tema de gran actualidad que incluye tanto la protección que otorga la propiedad intelectual como la de la propiedad industrial. Este caso evidencia las diferencias entre ambas.(cuadro 9.2)

9.2 La protección de las invenciones (patentes y modelos de utilidad)

9.2.1 Las patentes de invención en España

El régimen de protección legal de las invenciones en España está recogido en la Ley de patentes de 1986 y su reglamento del mismo año. La Ley de patentes aplicable para las patentes y los modelos de utilidad substituye la regulación del Estatuto de la propiedad industrial de 1929.

El estado otorga la protección que permite la exclusividad de la venta, fabricación y comercialización al autor de la innovación. A cambio consigue que el nivel técnico del país mejore, a causa de la obligación de que la patente se materialice en un determinado período de tiempo. La patente debe estar escrita en unos términos que hagan posible que un experto medio en la materia pueda ejecutarla con la descripción del solicitante. Las diferencias entre el modelo de utilidad y la patente se basan principalmente en el grado de novedad; mientras que en la patente debe ser mundial, en el modelo de utilidad debe ser nacional

Cuadro 9.3 El litigio Polaroid-Kodak

Un juez de los Estados Unidos ha condenado a la multinacional de fotografía Eastman Kodak Co. al pago de una indemnización a Polaroid Corporation de 909,4 millones de dólares por un delito de utilización fraudulenta de patente.

Con esta resolución se pone punto final a un contencioso en que la clave ha sido la evaluación de los daños ocasionados durante los diez años en que Kodak utilizó de forma indebida patentes de la compañía Polaroid. Mientras Polaroid esgrimía unas pérdidas de 4.000 millones de dólares por la acción de Kodak, esta última las estimaba en 343 millones solamente.

En su sentencia, el juez Mazzone ha dicho que Polaroid experimentó pérdidas por valor de casi 250 millones de dólares y la diferencia hasta los mencionados 909,4 corresponde al cálculo de los intereses generados y de los *royalties*.

Utilización indebida de patentes

En octubre de 1985 un juez federal de Boston dictaminó, tras 75 días de sesiones, que Kodak había utilizado ilegalmente ocho patentes de Polaroid, hecho que motivó que aquella sociedad tuviese que dejar de vender las cámaras de fotografía instantánea o películas similares a las fabricadas por Polaroid. El abandono de este segmento del mercado, según cálculos de Kodak, le comportó unas pérdidas superiores a los 23.000 millones de pesetas y se vio obligada a despedir a un 10% de sus trabajadores.

Las patentes discutidas se referían a distintos mecanismos de las cámaras instantáneas y a las fórmulas químicas de las emulsiones de las películas de revelado inmediato. Unos años antes, concretamente en 1976, Kodak había sufrido su primera derrota legal cuando un juez inglés dictaminó que esta firma no podía fabricar ni vender en el Reino Unido este tipo de material fotográfico.

Ante la evidencia de los hechos, Kodak cerró las instalaciones donde se fabricaban los productos objeto del litigio con Polaroid y puso en marcha todo el sistema de devoluciones y compensaciones a escala mundial.

En los Estados Unidos, los propietarios de las cámaras instantáneas de Kodak tuvieron la oportunidad de escoger, en el momento del cambio, entre una cámara y películas del sistema de teledisco, bonos por importe de 50 dólares o, incluso, una acción de la compañía.

Fuente: El País, 13.10.1990

como mínimo. La diferencia también está en el tiempo de protección; mientras que la patente rige durante 20 años desde la presentación de la solicitud, el modelo de utilidad solo dura 10 años. Una vez acabado este tiempo, cualquier persona puede utilizar la invención, considerada de dominio público.

Los derechos sobre las patentes los tiene el inventor o quien haya conseguido los derechos de la invención. En el caso de una invención hecha por varias personas se da prioridad a quien haya registrado primero la patente, a diferencia del sistema americano, que premia al que primero ha realizado la invención. Si son varias personas las que han realizado la innovación en cooperación, el derecho de patente pertenecerá a todas ellas de manera colectiva. Normalmente el titular de la patente es el empresario responsable del asalariado que hizo la innovación. Si no está bien especificado el contrato, pueden surgir verdaderos problemas.

Requisitos objetivos de patentabilidad

La Ley de 1986 especifica que las invenciones deben reunir los requisitos siguientes:

a) Novedad

La invención ha de ser nueva a escala mundial. Por ser nueva, la ley detalla que "no ha de estar comprendida en el estado de la técnica". El estado de la técnica "está constituido por todo aquello que antes de la fecha de presentación de la solicitud de la patente se ha hecho accesible al público, en España o en el extranjero por una descripción escrita u oral, por una utilización o por cualquier otro medio" (artículo 6º de la Ley de patentes de 1986). El estado de la técnica engloba, por tanto, productos, procedimientos, materiales, documentos,... También forman parte de él, las solicitudes anteriores que aún no se han hecho públicas. La comprobación de la novedad de una invención exige, como se verá más adelante, laboriosas investigaciones.

b) Ser el resultado de una actividad inventiva

No es suficiente que la invención sea nueva. Hay que ver si existe un proceso intelectual que merezca su recompensa. Las pequeñas invenciones no sirven porque no añaden nada notable a lo que ya existía. Es preciso que "la invención no derive del estado de la técnica de una manera evidente para un experto en la materia" (artículo 8º), es decir, debe proporcionar una solución no evidente para los expertos.

Es necesario que exista un "salto cualitativo" respecto a aquello que ya se conocía (Gómez Segade, 1990). En todo caso, es difícil valorar la actividad inventiva y, por esto, a través de la jurisprudencia de los tribunales se han ido desarrollando una serie de indicios para detectar esta actividad inventiva tales como, por ejemplo, el carácter inesperado y sorprendente de la invención. Esta sorpresa puede ser indicio de que existe actividad inventiva. También puede existir cuando en un camino que se consideraba cerrado se obtiene un resultado, hecho que puede indicar que se ha producido un salto cualitativo. No obstante, es evidente la dificultad en apreciar y medir esta actividad inventiva; ello hace que este requisito sea objeto de fuertes discusiones en caso de litigio.

c) Ser susceptible de aplicación industrial

Las invenciones relativas a los métodos de tratamiento quirúrgico o terapéutico del cuerpo humano o animal no son patentables dado que no son susceptibles de aplicación industrial.

La simple concesión de la patente no quiere decir que se garanticen estos requisitos. Un tribunal puede declararla nula si se demuestra que no se cumple alguno de los requisitos legales.

Excepciones a la patentabilidad

El descubrimiento científico, es decir, el afloramiento de algún elemento o ley que ya existía en la naturaleza, aunque no fuese conocido, y que, por tanto, no puede ser inventado, no puede ser, obviamente, objeto de patente. Los descubrimientos científicos son de dominio público. Tampoco son patentables las obras artísticas, científicas o literarias, que ya se protegen mediante los derechos de la propiedad intelectual.

La ley española regula algunas invenciones que no pueden ampararse en una patente. En concreto, está prohibido patentar:

- a) Las invenciones contrarias a la moral o al orden público.
- b) Las variedades vegetales.
- c) Las razas animales.
- d) Los procedimientos esencialmente biológicos de obtención de vegetales o de animales.
(Pero son patentables los procedimientos microbiológicos y los productos obtenidos con estos procedimientos.)

Estos dos últimos puntos merecen un comentario particular. En lo que a procedimientos biológicos se refiere, la ley habla de los procedimientos esencialmente biológicos, no de los puramente biológicos que, evidentemente tampoco pueden ser patentados. Un proceso será esencialmente biológico cuando no intervengan, por ejemplo, elementos de orden inanimado o fisicoquímicos. Un nuevo método de cría de caballos o de cerdos, mediante cruzamiento de razas preexistentes, es un proceso esencialmente biológico y, por ello, no sería patentable. Si este nuevo procedimiento de cría de una variedad animal se obtiene mediante la inyección de determinados productos fisicoquímicos, ya no es un procedimiento esencialmente biológico (Gómez Segade, 1990).

En lo que se refiere a procedimientos microbiológicos, en este punto está contenido el gran tema de la biotecnología, de la ingeniería genética. El producto microbiológico es normalmente un nuevo ser vivo. Puede ser, por ejemplo, un nuevo virus, puede tratarse de una sustancia procedente del metabolismo, como los antibióticos sintetizados o los esteroides modificados químicamente por microorganismos, o puede ser el mismo microorganismo (Gómez Segade, 1990). Para evitar cualquier duda, la ley declara expresamente que los productos microbiológicos, que normalmente serán seres vivos, serán patentables. Es el caso de los virus o de los productos microbiológicos usados para obtener antibióticos, que están provocando una verdadera revolución en la biotecnología. Más adelante se presentará el estado de la cuestión en este campo.

La patentabilidad de los productos químicos, farmacéuticos y alimentarios

Estos productos, patentables ahora, no lo eran antes de la Ley de 1986, cuando solo estaban permitidas las patentes de procedimiento. Esta situación dio lugar a unas actuaciones irregulares muy generalizadas: las denominadas *patentes de cobertura*. Para llegar a elaborar un determinado producto, muchas empresas copiaban un procedimiento bueno, patentado por otra empresa, amparándose en la posesión de una patente *de cobertura* de un procedimiento inútil, difícil o, en todo caso, de rendimientos muy inferiores al que se hacía servir realmente. El imitador lo tenía muy fácil; con una patente de cobertura obstaculizaba las acciones judiciales iniciadas por el titular de la patente copiada, el cual debía aportar pruebas -siempre muy difíciles de obtener- que mostrasen que las otras empresas utilizaban su procedimiento patentado.

Mediante la nueva ley se introduce en España la patentabilidad de estos productos, después de un período transitorio que finalizó en 1992. Se incrementa la protección en las patentes de procedimiento para la obtención de productos nuevos mediante la introducción del principio de *inversión de la carga de la prueba*:

Cuadro 9.4 Gracias Tagamet, gracias Zantac

En la vida de millones de personas, aunque muchas de ellas no lo sepan, el martes 17 de mayo de 1994 será una fecha histórica. Los millones de ulcerosos o paraulcerosos que en el mundo somos, no podremos olvidar que tal día terminó la patente del Tagamet, el primer fármaco verdaderamente eficaz que existió en el mundo contra la úlcera gastroduodenal. Luego salió otro, Zantac, y puede que exista alguno más, pero entre Tagamet y Zantac -cimetidina y ranitidina respectivamente-, como digo, nos arreglaron los problemas de digestivo a millones de personas.

La extinción de la patente de Tagamet -y la que se adivina para el horizonte del año 2000 en Zantac- supone que cualquiera podrá fabricar y vender el principio activo del Tagamet, por más que sea con nombre genérico; al parecer hay no menos de diez fabricantes de productos farmacéuticos genéricos que se disponen a lanzar un Tagamet sin marca, a precio más barato.

Aunque prevista y seguramente prevenida, la noticia no es buena para el laboratorio descubridor, fabricante y comercializador del Tagamet, el angloamericano Smithkline Beecham. Al fin y al cabo durante los últimos años Tagamet ha supuesto entre una cuarta y una quinta parte de las ventas farmacéuticas de la compañía; sólo en 1993 los ulcerosos compraron mil millones de dólares de Tagamet (y 1.200 millones de libras del Zantac de Glaxo). Desde el punto de vista de gestión empresarial, el caso Tagamet es clásico: cualquier compañía sabe que tener un producto superventas es fantástico pero también peligroso, ya que la caída imprevista o anunciada de ese producto puede afectar seriamente a la cuenta de resultados. Tengo la impresión que este problema se plantea con particular frecuencia en el sector farmacéutico; en primer lugar por la innovación constante para dar respuesta a enfermedades nuevas o tradicionales: cantar ¡bingo! en esta industria supone ventas multimillonarias; pero para desgracia de estos investigadores, las patentes que protegen la exclusividad de la molécula, sólo están vivas veinte años, a partir de los cuales pasa al mundo del producto genérico que permite copiar y comercializar más barato, puesto que no hay gastos de I+D que amortizar.

Exagerando un poco -sólo un poco- la decisión de invertir millones de dólares en una línea de investigación concreta se parece mucho a la de apostar a un caballo: ya se sabe que todo el mundo quiere ganar dinero, pero lo cierto es que la mayoría de los apostadores pierden la mayoría de las veces. Y cuando ganan, del premio tienen que descontar lo mucho perdido en otras apuestas.

Pero, en fin, esas son las reglas del juego casi naturales de la industria farmacéutica.

Fuente: José M^a García-Hoz, La Actualidad Económica, 23.5.94

ahora es el presunto usurpador quien debe demostrar ante el juez que no utiliza una patente propiedad de otra empresa. La inversión jurídica consiste en que, en este caso, el acusado es culpable mientras no se demuestre lo contrario. Se crea también la figura de la diligencia de comprobación de hechos, de manera que el juez y los peritos se puedan personar allá donde se esté produciendo un delito de copia.

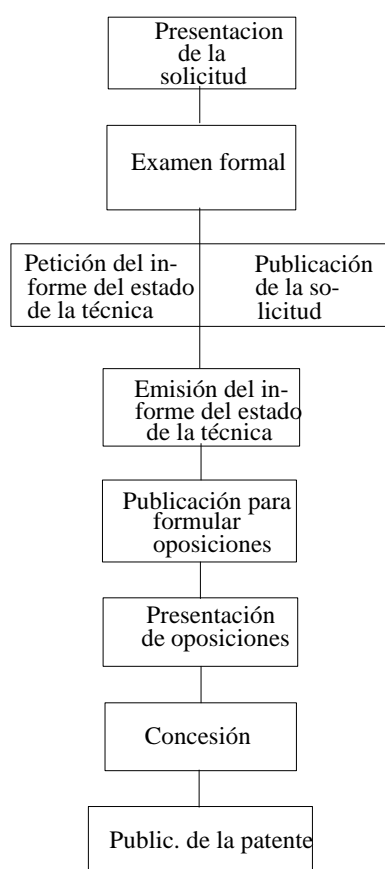
Además de la patente de producto, se pueden distinguir tres tipos de patentes de procedimiento (Registro de la Propiedad Industrial, 1990):

- *Patente de procedimiento simple*, que protege solamente el procedimiento objeto de la patente. Este es el caso de las patentes vigentes en los países en vías de desarrollo.

- *Patente de procedimiento semirreforzada*, que protege no tan sólo el procedimiento patentado sino también el producto directamente obtenido a través del procedimiento patentado.
- *Patente de procedimiento reforzada*, que añade a la patente semirreforzada el efecto de la inversión de la carga de la prueba.

Procedimiento general para la concesión de patentes

Para poder obtener una patente en España, es necesario presentar una solicitud con el contenido plenamente definido por el reglamento de la Ley de patentes, que es el siguiente:



Fuente: Morgades, 1988

Fig. 9.1 Procedimientos para la concesión de patentes en España

Cuadro 9.5 El onco-ratón y la ingeniería genética

La polémica sobre la patentabilidad de los seres obtenidos a partir de la manipulación genética y de los genes humanos es, desde hace algunos años, muy intensa. El tema no está zanjado y la controversia entre los partidarios de la patentabilidad y los que se oponen a ella continúa siendo muy fuerte.

Se presenta a continuación una cronología de los acontecimientos principales:

1969. Ananda Chakrabarty intenta patentar en los Estados Unidos una bacteria manipulada genéticamente capaz de convertir el petróleo en alimento para la ganadería (nunca ha sido utilizada industrialmente). Tras ocho años de negativas se le concedió la patente.

1985. La OEP (Oficina Europea de Patentes), con sede en Munich, rechaza patentar el onco-ratón de la Universidad de Harvard -animal transgénico, diseñado para facilitar la experimentación sobre el cáncer- alegando que "la patentabilidad de razas animales no está permitida".

1988. La Oficina de Patentes de los Estados Unidos reconoce el onco-ratón de Harvard.

1989. La CEE elabora una propuesta de Directiva Comunitaria con el objetivo de poner fin a las limitaciones derivadas del derecho tradicional de patentes. Pretende permitir patentar organismos vivos (plantas y animales) con las limitaciones éticas que se puedan fijar... Se podría extender tanto a los productos existentes en la naturaleza como a los obtenidos en los procesos de I+D. Se prevé ampliar la posibilidad de conceder patentes a las invenciones sobre técnicas de producción animal.

Concretamente, en el artículo 2º, se afirma que: "El objeto de una invención no será excluido de la patentabilidad por la sencilla razón de estar formado por materia biológica, utilizar materia biológica o ser aplicado a esta última. A efectos de la presente directiva, se considerará "materia biológica" cualquier materia viva autorreplicante y cualquier materia viva reproducible en un sistema biológico o por cualquier medio indirecto".

Y en el artículo 12º se añade que "la protección otorgada por una patente a un producto que contenga una información genética o que consista en esta información se extenderá a toda la materia en la que el producto esté incorporado y que contenga y exprese esta información genética".

1991. La Universidad de Harvard recurre la decisión de la Oficina Europea de Patentes sobre el onco-ratón alegando que "no es una raza animal sino que se trata de un mamífero no humano perteneciente a una categoría taxonómica distinta".

La Oficina Europea de Patentes rectifica su decisión anterior y acepta la patentabilidad del onco-ratón. En cualquier caso, cabe recordar que los distintos países europeos son aún soberanos en materia de patentes.

1992. El investigador americano Craig Venter desarrolla un método rápido de secuenciar información genética que le permite identificar 2.375 genes humanos, que se añaden a los 348 que había identificado el año anterior. El instituto donde trabaja solicita las patentes de estos genes. Se calcula que el genoma humano está formado por unos 50.000 genes.

1993. Se reanuda en los Estados Unidos la concesión de patentes sobre animales alterados por vía genética, después de cinco años de moratoria a raíz de la patente del onco-ratón de Harvard.

1993. El Senado de los Estados Unidos debate sobre la patentabilidad de unos 2.000 genes humanos localizados hasta ahora.

1993. Un equipo español, liderado por el Dr. José Luis Forcano, solicita patentar un ratón transgénico que permitirá estudiar los efectos de varios medicamentos sobre las enfermedades de las piel.

1994. Científicos y juristas europeos reunidos en Bilbao rechazan la pretensión de los Estados Unidos de patentar 2.000 genes humanos.

1994. Se publica en el BOE la Ley de biotecnología (3 de Junio de 1994, núm. 15/1994) que tiene por objeto establecer el régimen jurídico de la utilización confinada, liberalización voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente, a fin de prevenir los riesgos para la salud humana y para el medio ambiente.

Cuadro 9.5 El onco-ratón y la ingeniería genética (continuación)

1995. Las compañías norteamericanas Athena y Lilly han desarrollado y patentado un ratón transgénico para investigar el origen de la enfermedad de Alzheimer. En el ADN de este ratoncillo se inserta un gen humano que favorece la aparición de la enfermedad.

1995. El Parlamento Europeo rechaza la Directiva de la Unión europea que pretendía clarificar las condiciones de la patentabilidad de genes y organismos vivos (véase el párrafo anterior, 1989)

1995. Parlamentarios de 135 países reunidos en Madrid aprueban la prohibición de patentar genes humanos porque "el genoma no se inventa, se descubre, y, por tanto, no se puede patentar".

1996. El equipo de la Dra. Fátima Bosch, del Departamento de Bioquímica de la Facultad de veterinaria de la Universitat Autònoma de Barcelona, crea diversos ratones transgénicos especialmente preparados para investigar sobre la diabetes.

1997. Un grupo de científicos británicos encabezados por Ian Wilmut, del Roslin Institute de Edimburgo, crea por primera vez en la historia una oveja clónica, Dolly, a partir de una célula de otra oveja adulta.

1997. El presidente Clinton prohíbe las investigaciones con fondos públicos encaminadas a conseguir seres humanos clónicos y pide a las instituciones científicas privadas que se sumen a la moratoria hasta que pueda determinarse el alcance de la clonación.

En España, la clonación de seres humanos está tipificada como delito en el nuevo Código Penal.

Fuente: Elaboración propia a partir de fuentes diversas: La Vanguardia, El País, Muy Interesante...

- Una instancia solicitando la patente con la identificación del solicitante y todos los datos necesarios para determinar la naturaleza de la solicitud.
- La descripción de la invención incluyendo los planos y dibujos necesarios de las *reivindicaciones* que son la expresión técnica del objeto de la protección solicitada.

A causa de la importancia de la fecha para presentar la solicitud se puede realizar una solicitud abreviada con sólo la instancia solicitando la patente con la identificación del solicitante, una descripción, y una o varias reivindicaciones. A los ocho días de la recepción de los documentos, el Registro de la Propiedad Industrial rechazará las solicitudes que no cumplan estos requisitos.

Una vez presentados los documentos, se procederá a examinar si reúnen los requisitos formales y ciertas condiciones de patentabilidad, se notificará al solicitante si existe alguna irregularidad y se le pedirá que la modifique.

Una vez resuelto el examen formal el solicitante pide que se haga el informe sobre el estado de la técnica; si no lo hace en el término reglamentario la solicitud se considerará retirada. El informe del estado de la técnica es un documento que refleja el resultado de contrastar la patente con el estado de la técnica anterior a la solicitud, formado por la documentación de patentes y la literatura técnica no exclusiva del sector técnico de la solicitud en cuestión. A los 18 meses de la fecha de solicitud o desde la fecha de prioridad reivindicada, se publica una hoja con la información para que pueda ser consultada por el público. Hasta este momento la solicitud de patente se mantiene en total secreto.

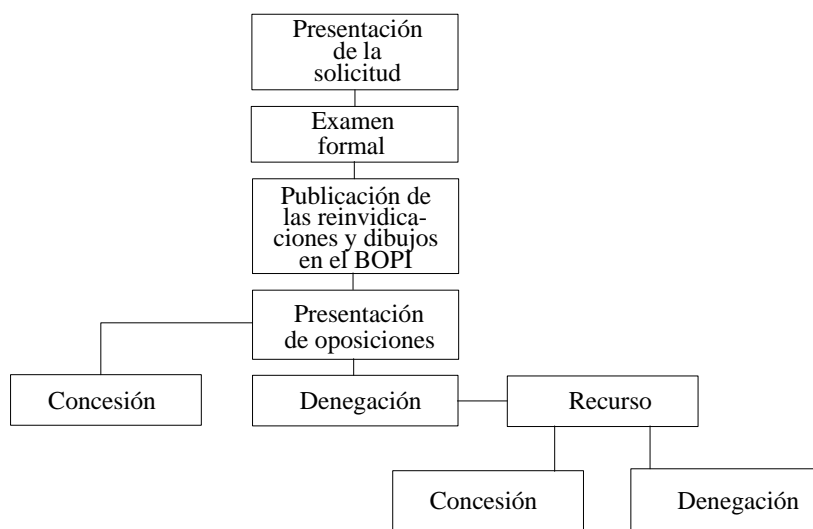
El informe del estado de la técnica se transmite al solicitante y se abre el plazo para que terceros puedan hacer observaciones y para que en función de éstas el solicitante pueda modificar su solicitud en sentido restrictivo.

Finalizadas estas formalidades y todos los plazos, y con independencia del estado de la técnica y de las observaciones de terceros, el Registro de la Propiedad Industrial (RPI) concede la patente solicitada, con las modificaciones hechas a lo largo del procedimiento. Una vez concedida se publica y se puede comercializar. Para que la patente continúe en vigor, hasta los veinte años a partir de la fecha de solicitud, el titular deberá hacer frente al pago de unas tasas anuales de mantenimiento, que se van incrementando escalonadamente desde el primer plazo hasta el último período. La figura 9.1 resume los trámites descritos.

Las patentes tienen importancia como fuente de información técnica ya que el solicitante está obligado a describir la invención de manera bastante clara y completa, de forma que un experto en la materia pueda reproducirla.

9.2.2 Los modelos de utilidad

Los modelos de utilidad protegen las pequeñas invenciones consistentes en "dar a un objeto una configuración, estructura o constitución que aporte alguna ventaja práctica para el uso o fabricación. Pueden ser utensilios, herramientas, aparatos, dispositivos o partes". Se diferencian de las patentes por el menor grado de invención y por la exigencia de la novedad sólo en el ámbito nacional. Lo que no



Fuente: Morgades, 1988.

Fig. 9.2 Procedimiento para la concesión de modelos de utilidad en España

puede ser protegido como una patente no se puede proteger como un modelo de utilidad. Además, las invenciones de procedimientos no se pueden proteger mediante modelos de utilidad. Todo lo que se refiere a la titularidad de patentes también es aplicable a los modelos de utilidad.

9.2.3 El diseño industrial (modelos y dibujos industriales)

Las innovaciones referentes a la forma, aspecto externo o presentación de los objetos o instrumentos de carácter industrial, aunque sólo tengan un sentido ornamental y no impliquen una ventaja o utilidad práctica pueden ser objeto de una protección legal. La diferencia entre el *modelo industrial* y el *dibujo industrial* radica en que el primero siempre es tridimensional mientras que el segundo es bidimensional. Los muebles, los vestidos, los juguetes, los zapatos o las cerámicas son ejemplos de modelos industriales. Lo que otorga la protección es básicamente lo mismo que para el caso de los registros de marcas y patentes: el derecho de explotación, fabricación, venta o licencia del objeto.

El procedimiento de obtención del modelo comienza con la presentación de la solicitud, que consta de una instancia y una descripción. El día de la presentación será la fecha de prioridad que valdrá a efectos legales. El RPI hará un examen formal, notificará al solicitante los posibles defectos existentes y le propondrá la mejora de la solicitud. Una vez superado el examen formal, se publicará la descripción en el Boletín Oficial de la Propiedad industrial con el fin de que puedan llevarse a cabo posibles oposiciones de terceros. Si no se presentan alegaciones, se reconocerá el modelo o dibujo y se concederá la protección al demandante. En el caso que existan oposiciones, el solicitante alegará lo que crea oportuno y el RPI estudiará la resolución pertinente. La duración del derecho, en caso de que sea concedido, será de diez años renovables por otros diez.

9.2.4 Las vías para patentar

Actualmente en España se pueden obtener patentes de tres maneras (Segura, 1995):

- a) Mediante la *vía nacional*, solicitándolas al Registro de la Propiedad Industrial (RPI) de Madrid, que las concede en la gran mayoría de los casos, ya que no les somete al examen de novedad y actividad inventiva.
- b) Mediante la *vía europea*, solicitándolas a la Oficina Europea de Patentes (OEP) de Munich, que las somete a un examen de novedad y actividad inventiva y las concede solo en el 60% de los casos, aproximadamente.
- c) Mediante la *vía internacional o PCT (Patent Cooperation Treaty)*, solicitándolas a la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) con sede en Ginebra, que posteriormente las canaliza por la vía nacional o por la vía europea.

Es posible que en un futuro próximo entre en vigor la *patente comunitaria* (CPC) en toda la Unión Europea, que estaría sujeta a la interpretación de un tribunal internacional. El CPC se firmó en Luxemburgo el 1975, y su ámbito se reducía a los países miembros de la CEE. El convenio no ha entrado en vigor porque no ha sido ratificado por algunos países signatarios.

La vía nacional

Los títulos de propiedad industrial son territoriales. Si no se quiere explotar la invención en el extranjero, solo hay que obtener la protección en el país de origen. Cada estado tiene sus propias normas y procedimientos para conceder la patente; es lo que se denomina *la vía nacional*. En el caso de querer introducirla en otros estados, se deberían hacer tantas solicitudes como estados se quiera abarcar. En los que no se haya solicitado, la información es de dominio público y existe permiso de explotar la invención libremente.

Si no se desea entrar en estos mercados para frenar la competencia, o tan solo para obtener beneficios, se puede pensar en llevar a cabo una venta de la patente o una licencia. Estas operaciones se sitúan en el ámbito de la transferencia de tecnología, actividad cada día más importante que será tratada en el capítulo siguiente.

El convenio de la Unión de París, firmado en 1883 por la mayoría de países industrializados, permite que el solicitante de una patente en un país disponga de un plazo de un año para solicitar la patente en cualquier otro país sin perder la novedad. Los beneficios son de distinto orden; por un lado, presentar las solicitudes en todos los países al mismo tiempo supondría unas dificultades y unos costes muy elevados; por otra parte, la posibilidad de disponer de un período de tiempo es importante para decidir en qué estados es más conveniente patentar. Otra ventaja es que, en caso de no presentarse la solicitud, si se publica un trabajo, se pierde la novedad. En cambio si se presenta la solicitud en un país, se puede publicar aunque no se haya pedido la solicitud en los otros países; como que la fecha de prioridad es la misma que en el primer país firmante del tratado, se pueden publicar los resultados en las revistas especializadas.

La vía europea

Como hemos dicho, para disponer de una protección en los otros países se tendría que hacer la solicitud en todos ellos; para evitarlo se crean pactos supranacionales.

El Convenio de Munich sobre la patente europea, la llamada *vía CPE*, entró en vigor en España el 1986, a causa de su entrada en la Unión Europea. Los países firmantes son Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Liechtenstein, Luxemburgo, Mónaco, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia y Suiza. El Convenio establece un acuerdo común para conceder la patente en los diecisiete estados. Se puede presentar una sola solicitud, en una sola lengua, y se pueden obtener protecciones en todos estos países a la vez, con la sola designación del estado o estados en que se quiera proteger la innovación. No es la misma patente para todos los países, sino tantas patentes como países designados en la solicitud; no olvidemos que cada estado continúa siendo soberano en esta materia.

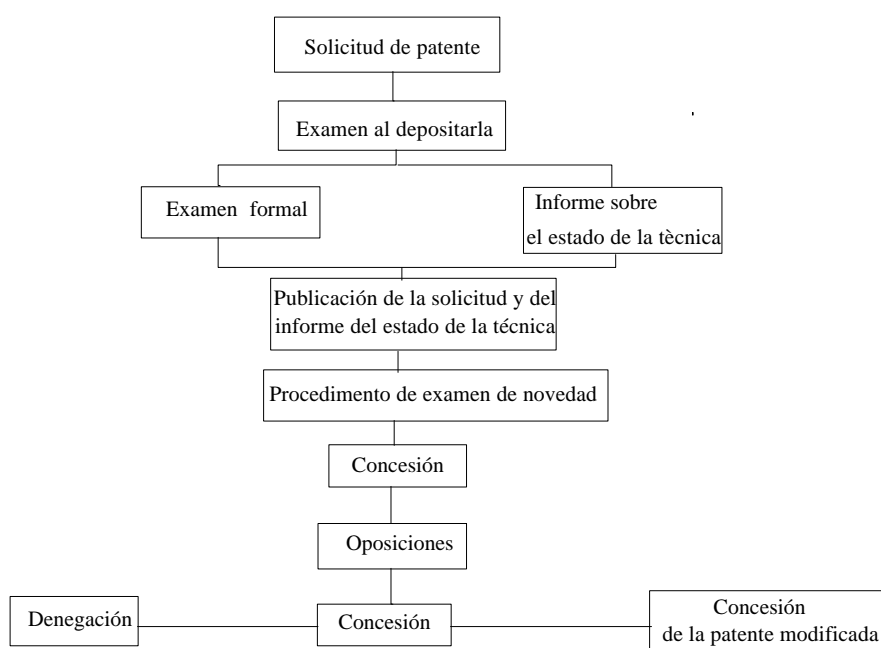
Los requisitos son parecidos en los de la patente española, con la diferencia que se hace un examen sobre la novedad y la actividad inventiva. Siempre que el número de países sea superior a cinco, el coste es menor que hacerlo individualmente país por país. Si se reside en un país como España, se

debe realizar la solicitud en castellano y acompañarla con una traducción en inglés, francés o alemán, el RPI lo envía a la Oficina Europea de Patentes (EPO) de Munich, donde existen las oficinas principales. La EPO tiene también oficinas en La Haya, Berlín y Viena. La figura 9.3 muestra el proceso de concesión.

El procedimiento se inicia con una demanda que se envía a La Haya donde es examinada por un investigador especializado. Este realiza el *Search Report*, que se envía al demandante. La solicitud se publica al cabo de dieciocho meses; se intenta tener el informe antes con el fin de que el demandante pueda tomar la decisión de abandonar y prohibir la publicación, pero no existe un plazo de tiempo fijado al respecto. Una vez se tiene el Search Report el demandante dispone de seis meses para registrar una solicitud de examen. La EPO designa una comisión de tres examinadores calificados, uno de los cuales es el examinador-jefe y coordina la comunicación con el solicitante.

La vía internacional (PCT)

El PCT es un tratado de cooperación en materia de patentes, firmado en Washington en 1970 -y que en 1995 contaba con 78 estados miembros-, por el cual con una sola solicitud, en cualquiera de las oficinas autorizadas por el PCT, se puede iniciar el proceso de solicitud para todos los estados miembros. Existe unas normas de procedimiento, que se han de aplicar en los requisitos de cada país.



Fuente: Morgades, 1988

Fig. 9.3 Procedimiento de concesión de una patente europea

La solicitud del PCT debe incluir una instancia en la que se detallen los países en los que se quiere solicitar la patente, una descripción, una o varias reivindicaciones, dibujos si son necesarios y un resumen. Puede ser tanto una primera aplicación para una invención particular como una reclamación de prioridad desde una aplicación anterior. También se ha de presentar en uno de los idiomas autorizados; el castellano es uno de ellos. Cada solicitud será objeto de un proceso de búsqueda que han sido designados para elaborar "informes de búsqueda internacional". La ventaja de utilizar esta vía es que se dispone de veinte meses desde la fecha de prioridad para presentar la solicitud en los estados designados, lo que amplía de forma substancial los plazos respecto a la vía europea.

El PCT no desemboca en la concesión o denegación de las patentes, ya que las oficinas nacionales son las únicas que siguen siendo competentes en esta materia. El PCT es, primariamente, un vehículo administrativo para proceder a registrar solicitudes de patentes y, después, las oficinas de patentes nacionales y regionales deciden qué relevancia dan a sus conclusiones. El PCT fija plazos que el solicitante ha de seguir estrictamente.

Las ventajas del PCT son (Huarte y Segura, 1990):

- Engloba a la mayoría de países desarrollados; incluye casi todos los europeos, los Estados Unidos y el Japón (cosa que no hace el CPE).
- Se simplifican notablemente los trámites iniciales. Basta con presentar una solicitud en un solo idioma para todos los países.
- Permite llegar a la decisión final de los países escogidos hasta los veinte meses después de la fecha de prioridad.
- Se conoce el informe sobre el estado de la técnica antes de haber tomado la decisión definitiva sobre los países escogidos.
- La misma solicitud sirve para utilizar la vía del Convenio Europeo (CPE) o la vía EURO-PCT.

Los inconvenientes principales son:

- Resulta cara si se designan pocos países.
- No se pueden designar algunos países miembros de CPE por separado. Hay que designarlos en conjunto, vía EURO-PCT.

9.3 Los signos distintivos (marcas, nombres comerciales y rótulos de establecimiento)

Entre las variedades de protección industrial, éstas son las que tienen más relación con el consumidor final. Estas figuras están reguladas en España por la Ley de marcas de 1988.

9.3.1 La marca

La *marca* es el signo que utilizan los empresarios para distinguir en el mercado sus productos y servicios de los productos y servicios de los competidores. Sirven para individualizar los productos y los servicios, para indicar a los posibles consumidores el origen empresarial, para condensar en un signo la buena fama de los productos y los servicios y para realizar una función publicitaria. El signo que se puede utilizar puede ser una palabra, un dibujo, la combinación de signos denominativos y gráficos o bien formas tridimensionales como los envases.

El signo puede ser original o ya existente, debe servir para individualizar el producto o servicio distinguiéndolo de los otros (fuerza distintiva) y no debe infringir ninguna de las prohibiciones legales. Las marcas se pueden clasificar en cinco grandes grupos: las marcas de producto y de servicio (las denominadas tradicionales o principales), las marcas derivadas (solicitadas por una marca ya inscrita), las marcas colectivas, las marcas de garantía y las marcas notorias.

La marca derivada. La marca derivada se crea a solicitud del titular de una marca ya inscrita cuando quiere identificar nuevos productos sin tener que cambiar radicalmente el distintivo principal de marca registrada, es decir, modificando sólo algunos elementos accidentales. Deben cumplirse unos requisitos previos: la existencia de la marca base; que el titular de la primera marca haga la solicitud de la licencia; que los cambios introducidos sean sólo cambios menores y que la marca derivada distinga los mismos productos y servicios que la marca principal. Una marca derivada nunca puede ser cedida ni puede obtener una licencia independientemente de la marca principal.

La marca colectiva. La marca colectiva es el signo que distingue en el mercado a los productos o servicios de una asociación. No tiene por misión identificar el origen de los productos sino indicar que estos productos pertenecen a una asociación de empresarios, productores, distribuidores o fabricantes. Sólo una asociación puede ser titular de este tipo de marca, que puede ser utilizada tanto por la asociación como por las empresas miembros. La diferencia con las marcas principales consiste en que en este caso los signos geográficos pueden ser utilizados. Debe existir un reglamento que regule el derecho de marca colectiva, en el que figuren los requisitos adecuados. Los reglamentos de uso son depositados en el RPI, que deberá examinar las modificaciones que la asociación quiera introducir.

La marca de garantía. La marca de garantía sirve para certificar las características comunes de los productos o servicios elaborados o distribuidos por personas, debidamente autorizadas y controladas por el titular de la marca. Garantizan que los productos o servicios tienen una determinada garantía; no cumplen una función identificadora de una procedencia empresarial concreta, sino una garantía. El titular de la misma puede ser una persona física o una persona jurídica. Debe existir un reglamento, donde se expliquen los requisitos de calidad que deben cumplir los productos para que les sea otorgado el signo. Si lo que se concede es una marca que refleje una garantía de signo geográfico, el procedimiento es exactamente el mismo que para el caso de las marcas colectivas.

La marca notoria. Es aquella que se ha introducido en el mercado y, sin perder su fuerza distintiva, es conocida por los consumidores y por la competencia por su uso. No está necesariamente inscrita

en el RPI. La Ley de marcas de 1988 fija una serie de signos, nombres, colores,... que no se pueden utilizar como marcas (artículos 11 a 13):

- a) Los signos que sean idénticos o parecidos a los que ya están inscritos para poder individualizar servicios o productos inscritos anteriormente.
- b) Los nombres genéricos o habituales de la naturaleza, calidad o cualquier otra característica, de los productos o servicios que se quieren individualizar.
- c) Los nombres genéricos de los productos que se pretenda distinguir.
- d) Los signos geográficos, con la excepción de las marcas colectivas y de garantía.
- e) Los signos contrarios a la ley o que vayan en contra de las buenas costumbres.
- f) Los signos engañosos o que puedan hacer cometer errores a los consumidores.
- g) El color por sí solo (sí que se puede utilizar si está delimitado por una zona determinada)
- h) La reproducción de banderas y escudos de países, ciudades u organizaciones sin su autorización.
- i) La reproducción o imitación de los signos oficiales de contraste o garantía.
- j) El nombre, la imagen, el retrato o cualquier otro signo de distinción que no sean los del solicitante, a menos que exista una autorización previa.
- k) Los signos o medios que comporten un aprovechamiento indebido de la reputación de otros signos o medios ya registrados.

Las prohibiciones comprendidas entre los apartados *b* e *i* son absolutas. Si una marca infringe alguna de ellas puede ser anulada en cualquier momento. Las de los apartados *a*, *j* y *k*, son relativas y la posibilidad de anulación prescribe a los cinco años desde la publicación de la concesión.

La duración será de diez años, renovable, sin posibilidad de interrupciones, por períodos de diez años. Para conservar la exclusividad de la titularidad, se ha de pagar una tasa quincenal y hay que renovarla cada diez años; en caso contrario caducará la titularidad del signo. Si la marca no se utiliza en los cinco primeros años, a contar desde la fecha de publicación de la concesión, o si se interrumpe durante un tiempo parecido podrá quedar caducada si se cumplen estos dos requisitos: a) falta de uso en un período de cinco años, b) ausencia de causas justificativas de la falta de uso.

La marca y la solicitud son bienes del activo empresarial y, por tanto, se pueden ceder, licenciar, hipotecar o aplicar cualquier otro derecho real; incluso se pueden embargar. La cesión o licencia implica las marcas derivadas. La cesión de la marca no ha de comportar necesariamente la cesión de la empresa; la marca es independiente de la empresa y es indivisible, pero puede pertenecer a un grupo de personas. En este caso la transmisión de titularidad es plena.

En la licencia, el titular de la marca, el licenciado, autoriza a un tercero, licenciatario, a utilizar la marca a cambio de la *regalía* pactada. No existe transmisión de titularidad de la marca. La licencia puede ser parcial o total, según si el licenciatario utiliza la marca para todos los productos o servicios o sólo para algunos; también puede ser limitada o ilimitada dependiendo de la extensión o territorio para el cual se ha cedido. Finalmente, otra clasificación permite distinguir la licencia simple de la exclusiva. En el primer caso el titular de la marca puede otorgar nuevas licencias, mientras que en el segundo esto no está permitido por ley.

9.3.2 Los nombres comerciales

Son los signos o denominaciones que sirven para identificar una persona física o jurídica en el ejercicio de su actividad empresarial y distinguir sus actividades de otras idénticas o similares. Como en las marcas, se pueden utilizar gráficos, denominaciones o palabras o una mezcla de los dos anteriores. Aquí, no se tienen en cuenta las formas tridimensionales. En lo que se refiere a los requisitos que han de cumplir, nos remitimos a lo dicho para las marcas.

Los signos que pueden ser registrados son exactamente los mismos que para el caso de las marcas. La ley rompe con la ley de la veracidad por la cual el nombre del empresario y el nombre comercial deben coincidir. El registro es potestativo, pero una vez utilizado confiere al titular un derecho exclusivo de contenido y un alcance similar al de las marcas. La duración es de diez años, renovable indefinidamente por períodos de diez años. La cesión del nombre comercial no se puede hacer independientemente de la empresa. Para las licencias es aplicable lo que se ha dicho de las marcas. Hay que decir que las marcas y nombres comerciales son distintos y que, cuando se quiera utilizar la denominación del nombre comercial como una marca, habrá que registrarlo como una marca en el Registro de la Propiedad Industrial.

9.3.3 Los rótulos de establecimiento

Son los signos o denominaciones que sirven para dar a conocer al público un establecimiento y para distinguirlo de otros que se dedican a actividades idénticas o similares. Se identifica con el rótulo el local físico donde se desarrollan las actividades empresariales. Las formas que puede tener el rótulo pueden ser denominativas, gráficas o una mezcla de ambas. Los requisitos son los mismos que los de las marcas y nombres comerciales. Los signos que se pueden registrar son los mismos que en el caso de las marcas y los nombres comerciales, con la diferencia de que, a causa de la especialidad que otorga el rótulo, nadie se puede oponer a que exista otro local que se dedique a actividades idénticas con el mismo símbolo gráfico o denominación fuera del término municipal. Eso es debido a que el derecho sólo alcanza al municipio que se consigna en la solicitud. La duración es de diez años renovables ilimitadamente por períodos de 10 años.

9.3.4 La marca europea

Desde enero de 1996 la Unión Europea dispone de sus propias marcas. La Oficina de Armonización del Mercado Interior (OAMI) -conocida como la Euroagencia- con sede en Alicante, España, permite que cualquier empresario o institución del mundo pueda registrar su marca al mismo tiempo en todos los países que integren la UE. Esta oficina evita el largo proceso de un registro individual adaptado a cada una de las legislaciones de los estados del ámbito comunitario. Por primera vez se ha creado un marco jurídico de propiedad industrial para la UE. La Euroagencia fue concedida a España el año 1993. El marco legal que regula su funcionamiento fue aprobado en 1993 con el nombre de Reglamento sobre marcas comunitarias. El empresario tiene ahora dos opciones: registrar su marca en aquellos países de la UE que sean de su interés o registrarla al mismo tiempo en todos utilizando la oficina de Alicante.

Cuadro 9.6 Nike contra Nike

Julio de 1992. Los Juegos Olímpicos de Barcelona están a punto de empezar. La gran empresa americana Nike -que en realidad está domiciliada en las Islas Bermudas, aunque tiene la sede en Oregón, Estados Unidos- confía en que grandes estrellas del deporte como Michael Jordan, Sergei Bubka o Andre Agassi lucirán el logotipo de su marca. Pero una pequeña empresa catalana, Cidesport, ha solicitado la anulación de la marca y está impidiendo que la multinacional americana comercialice y haga publicidad de sus productos en España.

La historia viene de muy lejos. El año 1932 la familia Rosell, de Terrassa, había registrado oficialmente la marca Nike, con un logotipo de la Victoria de Samotracia, para fabricar "calcetines, medias y toda clase de géneros de punto".

A finales de la década de los setenta, la empresa Cidesport firmó un contrato con American Nike para la fabricación en España de todos los artículos textiles con la marca Nike y la importación de las zapatillas deportivas del mismo nombre, pero se encontró que el nombre Nike ya estaba registrado y, por este motivo, no podía vender estos productos. Juan Amigó compró la marca a la familia Rosell -que nunca había fabricado ningún producto con la denominación Nike- y en 1982 concedió la licencia a Lorenzo Rosal, presidente de la empresa Cidesport, cosa que hizo la colaboración entre American Nike y Cidesport. Durante prácticamente una década, hasta 1989, Cidesport y American Nike fueron socios, distribuyendo la primera en España los artículos de la segunda. El negocio fue muy próspero; en sus mejores tiempos Cidesport tenía una plantilla de 120 personas y llegó a facturar cerca de 6.000 millones de pesetas, la mitad de los cuales correspondían al calzado deportivo.

Pero American Nike, consciente de los ingresos que podía conseguir, pronto empezó a estudiar la posibilidad de iniciar una nueva aventura en solitario, hecho que se acentuó a partir de la designación de Barcelona como sede de los Juegos de 1992. Sin embargo, la multinacional vio como la Audiencia Territorial de Madrid rechazaba su acceso al Registro de la Propiedad en dos sentencias de fechas 10 y 12 de abril de 1985. Los magistrados fundamentaron su decisión en que ya había una marca, inscrita hacía más de cuarenta años, con la misma denominación. Finalmente, en 1986, la multinacional registró su marca con la conformidad de la Administración, que entendió que "había innumerables diferencias gráficas y distinción en el mercado". Por su parte, Juan Amigó, propietario de la marca Nike, solicitó el 26 de Abril de 1989 una ampliación de su marca para poder comercializar también "camisas, camisetas, chandals, bañadores, corbatas, pantalones, calzoncillos y bragas". El 30 de Julio de 1990 añadió a la solicitud "el calzado y la ropa deportiva".

En 1989, American Nike rescindió el contrato con Cidesport y decidió la creación de Nike España, para producir y vender sus productos sin pasar por la empresa catalana. Estalló entonces una guerra abierta entre ambas firmas. Cidesport, privada de las ventas de Nike, vio como en 1991 su facturación bajaba a 2.200 millones, con grandes pérdidas. Mientras tanto, Juan Amigó presentó una solicitud de anulación de marca contra la filial española de American Nike en el Juzgado de Primera instancia de Barcelona, argumentando la ilegalidad de comercializar una marca bajo un nombre registrado anteriormente. American Nike alegó que la única cosa que había hecho Cidesport era comprar la licencia de la marca para la empresa americana, y que, por otra parte, Cidesport no fabricaba ningún modelo con su logotipo sino que vendía el material importado añadiéndole una etiqueta con la Victoria de Samotracia.

El 20 de noviembre de 1991 una decisión de la Audiencia de Barcelona ratificaba la prohibición a la multinacional americana, decretada por el juez de primera instancia el 15 de mayo del mismo año, de venta, distribución e importación de piezas de vestir bajo la denominación Nike. La medida tenía carácter cautelar y no se pronunciaba sobre el fondo del litigio, es decir, sobre cuál de las dos empresas tenía preferencia a la hora de utilizar el nombre Nike. Los jueces exigieron una fianza de 100 millones a la empresa demandante para atender eventuales perjuicios que pudiese ocasionar a la multinacional americana. El veto afectaba a las

Cuadro 9.6 Nike contra Nike (continuación)

A principios de julio de 1992 el Tribunal Constitucional español ratificó la prohibición cautelar de la marca Nike. La firma americana reaccionó presentando recurso. Las repercusiones internacionales fueron inmediatas: la Administración norteamericana del gobierno Bush incluyó a España en una lista de países que podían ser objeto de represalias comerciales por perjudicar los derechos de sus empresas. La embajada americana en España apuntó que este contencioso era propio de un país subdesarrollado. También la Comisión Europea exigió al gobierno español que eliminase las trabas al libre comercio entre los doce estados miembros, considerando que la prohibición cautelar de comercializar los productos Nike en España podía ser calificada de restricción al libre comercio comunitario. El ministro de Industria español respondió que serían los tribunales de justicia quienes decidirían sobre el caso Nike.

Pocos días antes de la inauguración de los Juegos, el magistrado Fernández Oubiña, de la Audiencia de Barcelona, aseguró que los atletas podrían lucir prendas de ropa Nike siempre que hubiesen sido adquiridas fuera de España...

Epílogo: la sentencia del caso se produjo el mes de diciembre de 1993, año y medio después de los Juegos de Barcelona. Argumenta que ha caducado la licencia de la firma española por "falta de uso" y, por tanto, levanta las medidas cautelares adoptadas contra American Nike. La multinacional americana ya puede utilizar, pues, su marca en ropa deportiva.

Fuente: A partir de la Actualidad Económica, 27.7.1992, y La Vanguardia, 21.11.1991 y 29.1.94

9.4 La propiedad industrial en América Latina

La mayoría de los países latinoamericanos presentan regímenes de propiedad industrial que difieren considerablemente del vigente actualmente en España. Estos regímenes se asemejan más al que estaba en vigor antes de la Ley española de patentes de 1986, que, entre otras cosas, no contemplaba las patentes de los productos farmacéuticos.

Hasta la década de los ochenta, los países latinoamericanos se caracterizaban por tener economías proteccionistas, basadas en la sustitución de importaciones. En este contexto las leyes otorgaban una débil protección a la propiedad industrial, excluidas ciertas áreas de patentabilidad, como los productos y procesos biotecnológicos y farmacéuticos, y reducías los períodos de protección.

Sin embargo, actualmente la reforma en materia de propiedad industrial está dando un giro de 180° respecto a las posturas tradicionales. La mayoría de los países han abierto sus economías al exterior y han emprendido profundos cambios legales que aumentan la protección otorgada a la propiedad industrial, aproximándose a las legislaciones vigentes en los países europeos y en los Estados Unidos. Seguiremos a continuación el interesante trabajo de Huerta y Alonso (1995) sobre esta nueva etapa:

Estas recientes tendencias armonizadoras se han producido también como consecuencia de la reactivación de los procesos de integración económica. Actualmente se hallan en fases de integración

más o menos avanzada los bloques TLC (Tratado de Libre Comercio entre México, Estados Unidos y Canadá), Asociación de Integración Latinoamericana (ALADI), el Pacto Andino (Bolivia, Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú), el Mercado Común del Caribe (CARICOM), el Mercado Común Centroamericano, el MERCOSUR (Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay), el Grupo de los Tres (México, Colombia y Venezuela), el Tratado de Libre Comercio entre Costa Rica y México y el Acuerdo de Complementación Económica entre México y Chile. Cabe destacar también el papel del SELA (Sistema Económico Latinoamericano), con sede en Caracas, que coordina las acciones necesarias para establecer un Sistema Latinoamericano de Patentes.

Los cambios fundamentales en materia de propiedad industrial que se están adoptando pueden resumirse del siguiente modo (Huerta y Alonso, 1995):

- En materia de patentes se extiende el plazo de vigencia de la protección otorgada, en la mayoría de los casos, hasta los 20 años. Se reducen las excepciones a la patentabilidad, en varios países se está incluyendo por primera vez la protección de productos y procedimientos farmacéuticos, las invenciones sobre la materia viva (con ciertas excepciones) y los procedimientos biotecnológicos. Se están limitando los motivos para la concesión de licencias no voluntarias con la correspondiente disminución de la discreción de las autoridades competentes en la materia.
- En el ámbito de las marcas, se empiezan a incluir las marcas de servicios y las marcas tridimensionales. Algunos países impiden el registro de marcas que sean fáciles de confundir con otras ya otorgadas y se protegen las "marcas notorias" o conocidas, incluso en clases fuera de su tutela. También existe una tendencia a que la duración de las marcas sea de diez años renovables.
- Según la tendencia internacional, en el ámbito del *software*, doce países de América Latina han optado ya, de forma expresa, por la protección de los programas de computación mediante los derechos de autor. Sólo Estados Unidos y Japón, en casos muy puntuales, han admitido la protección del *software* mediante patentes; este tema sigue siendo muy polémico en la actualidad.
- En otros derechos como los modelos de utilidad, diseños industriales, o circuitos integrados, el alcance y duración de la protección es muy dispar en las distintas legislaciones.
- En varios países se incluye, por primera vez, la protección de los secretos industriales o comerciales (*trade secrets*) si se cumplen ciertas condiciones que garanticen el carácter confidencial y valor económico de la información protegida.

Finalmente, cabe destacar la nueva Ley de patentes argentina, promulgada en 1995 y la Ley de propiedad industrial chilena, de 1991, que se aproximan a los estándares internacionales.

10 Compra y venta de tecnología

10.1 Introducción

10.1.1 Las modalidades de la transferencia de tecnología

En un contexto de competencia internacional creciente, los empresarios se preocupan cada vez más del futuro y de su nivel tecnológico. La mejora de su capacidad para introducir productos en el mercado con una mayor flexibilidad y rapidez son necesidades que se pueden satisfacer buscando las tecnologías adecuadas. La idea de la transferencia de tecnología surge si se piensa que ningún país, ni ninguna empresa, puede ser totalmente autosuficiente en lo que a tecnología se refiere. Es imposible generar internamente todos los conocimientos necesarios para conseguir una producción de bienes y servicios más abundante, de más calidad y más competitiva. Para conseguirlo se puede comprar la tecnología, adquiriendo del exterior los conocimientos que no se tienen, sin tener que esperar el tiempo que se tardaría en generarlos.

Desde un punto de vista convencional la transferencia tecnológica se refiere a las ventas o concesiones, hechas con ánimo lucrativo, de conjuntos de conocimientos que permitan al arrendador o arrendatario fabricar en las mismas condiciones que el arrendador o vendedor (Valls, 1995). Muchas veces, al hablar de transferencia de tecnología, el énfasis se sitúa en la transferencia de los conocimientos necesarios para la fabricación de un producto, la aplicación de un proceso o la prestación de un servicio y no se incluyen las transacciones que impliquen la venta o alquiler de bienes.

Para Balañá y Minguella (1984), la tecnología es el conjunto de conocimientos que posee una sociedad y que son de aplicación en el proceso productivo. Tanto el conjunto de especificaciones que permiten obtener el producto final como los cálculos de los distintos equipos que integran una planta industrial, las tolerancias mecánicas, las temperaturas de un proceso o los catalizadores utilizados en una reacción química son parámetros de diversas tecnologías y, por tanto, pueden ser objeto de transferencia.

El suministro de tecnología puede hacerse a través de distintas modalidades: licencias de patentes, cesión de *know-how*, ventas de maquinaria "llaves en mano", creación de empresas mixtas (*joint ventures*), asistencia técnica,...

Tabla 10.1 Transferencia de tecnología. Mecanismos y actores

<i>Mecanismos</i>	<p>La transferencia de tecnología puede adoptar distintas formas como por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - licencias de patentes. Implica la detección de la tecnología y la negociación con el posible cedente - asistencia técnica - transferencia casa madre-filial en las empresas multinacionales <ul style="list-style-type: none"> - franquicias - formación de <i>joint ventures</i> - cooperación conjunta en programas de I+D y alianzas - transferencia/universidad empresa - transferencia de personal entre universidades y centros de investigación y empresas de distintos países - participación y apoyo en procesos de normalización y estandarización - <i>spin offs</i> directos como por ejemplo, patentes, productos o fundación de empresas
<i>Actores indirecta</i>	<p>Los principales actores, además de la empresas, relacionados de forma directa o con la transferencia son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - las universidades, los centros de investigación y los centros de servicios técnicos - las asociaciones de organismos de investigación y las sociedades de investigación bajo contrato - los consultores en innovación y en gestión de la tecnología y los asesores en patentes y licencias - los parques tecnológicos, los viveros de empresas - las sociedades de capital de riesgo y los bancos - las cámaras de comercio y las organizaciones profesionales - los organismos de desarrollo regional - los ministerios y las agencias gubernamentales - los poderes públicos regionales y locales - las sociedades de ingeniería - los gestores de bancos de datos

Gil Peláez (1983) indica que la transferencia de tecnología extranjera hacia las empresas españolas utiliza las modalidades siguientes:

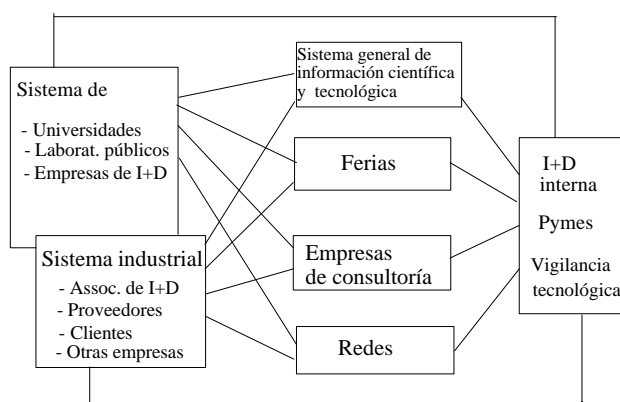
1) *Contratos tecnológicos* entre empresas o entidades.

- a) Contratos de cesión de derechos y concesión de licencias de patentes y transmisión de *know-how*. Afectan a invenciones protegidas por patentes y a los conocimientos técnicos, diseños, normas, etc., acumulados y conservados en secreto y propiedad de las empresas que los controlan.
- b) Contratos de asistencia técnica. Se refieren a la experiencia técnica, generalmente pública, pero de difícil acceso, proporcionada por expertos para completar la capacidad de las empresas y entidades receptoras.

Cuadro 10.1 Las pymes y la transferencia de tecnología

Numerosos estudios se han planteado cuáles son los factores clave para entender la frontera entre las pymes que utilizan y apuestan por las nuevas tecnologías y las que se estancan en la utilización de equipos y maquinaria más tradicionales. Dos factores suelen destacar: la calidad del equipo humano y su capacidad para obtener (y trabajar a partir de) información tecnológica. Esta explicación nos haría pensar en una lectura en términos de los recursos internos y de sus cualidades. La capacidad de gestionar y controlar información es reconocida como uno de los puntos claves para separar una empresa moderna de otra, por así decirlo, "anticuada".

La transferencia de tecnología, entendida en sentido amplio, tiene mucho que ver con esta capacidad de disponer, de controlar, de buscar y de obtener información. Por este motivo las acciones relacionadas con la información han sido un campo relevante de la acción de apoyo de los gobiernos mediante sus políticas científicas y tecnológicas. La OCDE estructura esta transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos en cuatro grandes agentes intermediarios (figura. 10.1).



Fuente: OCDE, 1993

Figura 10.1 El sistema de transferencia científica y tecnológica a las Pyme

- c) Contratos de servicios tecnológicos. Comprenden las prestaciones de ingeniería para el diseño y proyecto, montaje, operación, mantenimiento y reparación, y los servicios de estudios, análisis, programación consulta y asesoramiento en gestión y administración.

2) Convenios internacionales de cooperación científica y técnica.

3) Importación de bienes y equipos que aporten una tecnología incorporada y contratación de plantas "llaves en mano".

4) *Adquisiciones de documentación e información* técnica o económica, de naturaleza privada o pública, becarios en el extranjero y otras actividades de formación y capacitación.

Hoy en día se tiende a lecturas más amplias del proceso de transferencia de tecnología. Estas visiones deben situarse en el marco de los cambios del escenario tecnológico/económico de los últimos años, a los que nos hemos referido. Estos cambios han motivado la aparición y/o el mayor protagonismo de mecanismos y actores que no se tenían en cuenta años atrás.

Estos cambios han ocasionado la aparición y/o mayor protagonismo en el proceso de mecanismos y actores que no se tomaban en consideración hace apenas unos años.

En el contexto de internacionalización de la economía en que vivimos estamos acostumbrados a que los conocimientos se desplacen entre fronteras de muchas y diversas maneras. La transferencia de tecnología pasa a jugar un papel cada vez más importante en la medida en que la rapidez de los desarrollos crece a causa de la competencia mundial y al acortamiento de los ciclos de vida de los productos.

Las tendencias más recientes apuntan a un endurecimiento de la lucha por la propiedad industrial y las patentes (Rouach, 1994). Conseguir la transferencia de las mejores tecnologías se hace cada vez más difícil. Las empresas que las dominan se resisten a cederlas fácilmente, porque saben que son la causa de su ventaja. En todo caso las compartirán con otras empresas, mediante alianzas, si se dan contrapartidas suficientes. Los mecanismos se vuelven más complejos y el número de actores implicados en la transferencia aumenta. A pesar de todo, se prevé un aumento de los procesos de transferencia en los próximos años.

10.1.2 Motivaciones de los compradores y de los vendedores de tecnología

Obviamente el interés de la empresa receptora consiste en obtener, con rapidez, una tecnología que le permita mejorar sus procesos de producción o fabricar productos nuevos y, en definitiva, obtener beneficios más elevados. Probablemente dispone de una estructura productiva pero no tiene los conocimientos necesarios para obtener la calidad, el precio y los elementos que le aseguren un buen nivel de competitividad. La empresa que desea adquirir suele estar muy motivada.

En cambio, la empresa poseedora de la tecnología no suele manifestar gran interés en la cesión de sus conocimientos. En primer lugar, la venta de tecnología no suele ser un capítulo importante ni de ingresos ni de beneficios. Además, difícilmente una empresa cederá a terceros, y menos a un posible competidor, los conocimientos que necesita para mantenerse en el mercado (Balaña y Minguella, 1984).

La transferencia es especialmente difícil dentro de las fronteras nacionales porque una empresa no querrá ceder a la competencia directa y cercana su ventaja tecnológica. También es difícil que la empresa que exporta con facilidad sus productos a un país extranjero esté interesada en ceder la tecnología a una empresa de este país, posible competidora futura. Mientras pueda vender productos no cederá tecnología. Probablemente el paso siguiente consistirá en implantarse en otro país.

Cuadro 10.2 Una estrategia de licencia: la sábana de usar y tirar

Con un precio seis veces inferior al de una sábana normal, la empresa catalana TT1U, fundada en 1992, acaba de lanzar al mercado un tipo de sábana cien por cien algodón que únicamente tiene un solo uso. Se trata de un nuevo tejido revolucionario en todo el mundo que solo se puede usar hasta el momento de lavarlo, ya que después debe tirarse o reciclarse. "Una sábana normal de algodón puede costar unas 1.000 pesetas, cifra a la cual se le ha de añadir el lavado, que se eleva a unas 140 pesetas si se tiene en cuenta la energía, el jabón y la amortización de la máquina utilizada. En cambio nuestra sábana no llega a las 150 pesetas, es decir, que cuesta lo mismo que el lavado de una sábana", declara Leopold Martí, uno de los dos propietarios de la empresa.

Gracias a la invención de una máquina textil que permite incorporar diversos hilos en el velo de cardar, se puede conseguir tejer el producto -que también incorpora tafetán- sin necesidad de ningún tipo de goma de pegar, que resultaría nociva ecológicamente hablando y que podría provocar irritaciones y alergias en la piel. De esta manera, se logra una sábana más ecológica, higiénica y, sobre todo más barata.

La sábana resulta más ecológica ya que no se utiliza jabón ni se requiere energía para su lavado. Tratándose de un tipo de producto cien por cien algodón, que no soporta ningún proceso de teñido ya que conserva el color beige de la misma fibra natural, no contiene ninguna materia contaminante. "Calculamos -declara Leopold Martí- que con nuestro tipo de tejido se pueden disminuir, en un 50%, los fosfatos que van a parar al mar por culpa del textil". Además, también hay que añadir el reciclaje de este tipo de producto y el efecto higiénico que se deriva del mismo. Durante los primeros años de vida del nuevo tejido, la empresa TT1U prevé llegar a reciclar alrededor de un 70%, y ampliar este porcentaje en un futuro no demasiado lejano. Tratada a una temperatura de 120 grados, la sábana ecológica, que sólo es utilizada por una persona, también resulta mucho más higiénica que la tradicional.

TT1U descarta vender su producto directamente a particulares, sino que piensa dirigirse a empresas especializadas en servicios de limpieza o limpieza de hospitales y hoteles. "Nuestro objetivo no es fabricar, sino vender la licencia del producto", añade Leopold Martí. En este sentido, se pretende otorgar la licencia de producción a empresas de todas partes del mundo, ya que se trata de una novedad mundial, que la misma TT1U ya se ha encargado de patentar en el país y en el extranjero. De momento, ya se han mostrado interesadas empresas norteamericanas, canadienses, alemanas y japonesas, que no quieren dejar escapar la oportunidad de fabricar un producto ecológico y muy barato. Para el año que viene se prevé producir unos 500 millones de metros cuadrados de este tipo de tejido, correspondientes a un total de 120 licencias otorgadas en todo el mundo.

La fabricación, por ejemplo, tiene un coste más reducido, ya que se utiliza mucho menos algodón que en una sábana normal. La sábana ecológica, que pesa un cuarto de kilogramo en vez de un kilogramo, está tejida con 15 pasadas en lugar de las 53 pasadas que requiere una sábana tradicional. En definitiva, el secreto está en la manera de tejer. En conjunto, se calcula que se han destinado unos mil millones a esta aventura, que, bajo la marca TT-one, pretende "ser el producto catalán del siglo XXI", según el mismo director de la empresa.

El propietario de la empresa TT1U, que fabrica tejidos de algodón para un solo uso, tiene claro el futuro del textil en el mundo: "Debemos elaborar nuevas fibras naturales para conseguir ventajas económicas y ecológicas". De esta manera, podríamos reciclar toda una serie de productos que en la actualidad están perjudicando el medio ambiente. Así, por ejemplo, se puede conseguir un tipo de tejido de alta calidad tan fino como la seda a partir de la paja. De cara al futuro se prevé un tipo de producto que se pueda usar, recoger y reciclar. "Y en este tipo de enfoque, las empresas catalanas textiles tenemos mucho que decir", concluye Martí.

Fuente: Avui, 27-10-1995

Tabla 10.2 Cinco estrategias de transferencia de tecnología

ESTRATEGIA	Oportunista y reactiva	Contractual y ofensiva	De inversión y de participaciones	De franquicia y de partenariado	De acciones puntuales y por proyecto
MODALIDADES DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	Cesión de tecnología Llaves en mano	Asistencia técnica Contratos de <i>know-how</i> Otorgamiento de licencia Formación Subcontratación de componentes	<i>Joint venture</i> minoritaria <i>Joint venture</i> mayoritaria Filial	Franquicia industrial	Acuerdos puntuales de investigación Licencias cruzadas

Fuente: Rouach, 1994

Tabla 10.3 Planificación, control e implicaciones de gestión y de financiamiento de las estrategias de transferencia de tecnología

ESTRATEGIA	Oportunista y reactiva	Contractual y ofensiva	De inversión y de participaciones	De franquicia y de partenariado	De acciones puntuales y por proyectos
HORIZONTE DE PLANIFICACIÓN	Corto plazo	Medio plazo	Largo plazo	Largo plazo	Depende del ciclo de vida, tecnología y producto
CONTROL EJERCIDO POR EL PROPIET. DE LA TECNOLOGÍA	Bajo	Medio	Importante	Bastante importante	Búsqueda de un equilibrio permanente
IMPLICACIÓN EN GESTIÓN DEL PROPIETARIO DE LA TECNOLOGÍA	Bajo	Importante	Muy Importante	Importante	Permanente e importante
IMPLICACIÓN FINANCIERA DEL PROPIET. DE LA TECNOLOGÍA	Baja	Bastante baja	Importante	Mediana	Fuerte y depende mucho del proyecto

Fuente: Rouach, 1994

Por este motivo, la mayor parte de las cesiones de tecnología se realizan a empresas de otro país cuando la exportación se ve dificultada por la existencia de barreras arancelarias o la distancia

geográfica y/o no se dispone de capital suficiente para establecerse allá (por ejemplo, cuando la empresa cedente es una pyme). La transferencia es también especialmente importante entre las empresas multinacionales y sus filiales en países extranjeros. El mercado adquirente-cedente está, pues, desequilibrado; unos desean comprar y los otros se resisten a vender. No es un mercado de oferta sino de demanda. El número de demandas y de ofertas de tecnología son magnitudes de orden muy distinto, con un considerable desequilibrio en favor de las primeras. Finalmente, la capacidad del mercado y la dimensión del cedente son factores decisivos a la hora de decidir la modalidad que adoptará la transferencia.

10.1.3 Estrategias de transferencia de tecnología

Si nos centramos en las empresas, las modalidades más habituales (licencia, asistencia técnica, etc.) se pueden clasificar en función de la estrategia de la empresa. La tabla 10.2 presenta cinco posibles estrategias: oportunista y reactiva, contractual y ofensiva, de inversión, de cooperación (*partenariat*) y de acción puntual, así como las distintas modalidades que se pueden asociar a cada una (Rouach, 1994). Complementariamente, la tabla 10.3 detalla una valoración de algunas implicaciones que tienen las estrategias adoptadas en términos de planificación, control, gestión y financiación.

10.2 El mercado de la tecnología

Tal vez la característica más relevante del mercado de la tecnología sea su opacidad, su falta de transparencia, su dificultad en identificar la oferta. Los compradores tienen delante algunas ofertas aisladas, puntuales; casi nunca un abanico completo de tecnologías disponibles que permita escoger la mejor opción.

Siguiendo nuevamente a Balañá y Minguella (1984), se pasará revista sucesivamente al producto, a los canales de distribución y a la fijación del precio.

10.2.1 El producto

Normalmente, la tecnología no está documentada; se encuentra en una situación intangible, dispersa. Los conocimientos están en posesión de mucha gente, desde el director hasta el último operario, pasando por los ingenieros. Hay que documentarla, reunir la información de las memorias de las patentes, los planos, los manuales de operación, las fórmulas, las especificaciones,... hasta formar un "paquete tecnológico" que pueda ser transferido.

Con frecuencia el medio del cedente es muy distinto del receptor. Entonces hay que adaptar la tecnología a las condiciones del país destinatario: comprobar si la normativa es la misma, determinar si se debe incluir la formación del personal... Una tecnología adecuada en un entorno determinado puede ser un fracaso absoluto en otro, como ha pasado a menudo en la transferencia a países en vías de desarrollo.

10.2.2 Los canales de distribución

La detección de la oferta potencial no es fácil. Ya se han comentado en capítulos anteriores las imperfecciones del mercado. Se puede intentar localizar la oferta través de :

- los consejeros comerciales de las embajadas en el extranjero
- las cámaras de comercio
- la Licensing Executive Society (LES), asociación internacional constituida por la agrupación de asociaciones nacionales, que reúne especialistas en transferencia de tecnología de todo el mundo. Es un valioso canal de comunicación entre las ofertas y las demandas tecnológicas
- los intermediarios o *brokers* en transferencia de tecnología, profesionales dedicados a estas tareas
- las ferias de transferencia de tecnología, cada vez más frecuentes
- las bases de datos sobre patentes y sobre transferencia de tecnología, modalidad en rápida evolución a causa del éxito de la red Internet
- los catálogos de tecnologías transferibles
- las revistas especializadas, donde aparecen anuncios del tipo "Se busca cedente de tecnología para fabricar..."

Para dar a conocer la oferta tecnológica de las universidades españolas, se ha creado en cada universidad una oficina de transferencia denominada Oficina de Transferencia de los Resultados de la Investigación (OTRI). El Centro de Transferencia de Tecnología (CTT) de la Universitat Politècnica de Catalunya, o la Fundación Bosch y Gimpera de la Universitat de Barcelona, son ejemplos de estas OTRI. La red de OTRI está coordinada por una oficina central en Madrid (OTT) y actualmente está formada por mas de 70 oficinas, situadas en las universidades, las asociaciones de investigación, los centros tecnológicos etc.

La Comisión Europea ha demostrado también su interés por la transferencia y ha impulsado la creación de diversas herramientas para favorecerla, tales como la redes de intermediarios en transferencia de tecnología o la red informática BC-NET. Cada red de intermediarios agrupa profesionales de distintos países, de forma que una petición de tecnología de una empresa formulada a un *broker* de su país, se traslada a través de la red a los intermediarios extranjeros, los cuales trataran de identificar posibles empresas cedentes en sus países. La red BC-NET pretende ayudar a "casar" informáticamente las demandas y las ofertas de tecnología.

Hay que mencionar también la Asociación Europea para la Transferencia de Tecnología, la Innovación y la Información industrial (TII), nacida a instancias del Programa Sprint de la Comisión Europea, que constituye un nexo de unión de organizaciones y consultores en el campo de la transferencia (Cano, 1995). Recientemente la Comisión Europea ha creado una red de centros de enlace (*relay centres*), que pretende ser un elemento clave en la difusión de los conocimientos científicos y técnicos. La red está formada por centros individuales -en Cataluña el centro de enlace es el CIDEM (Centro de Información y Desarrollo Empresarial)- coordinados en los ámbitos nacional y europeo. Ofrecen a su región una amplia gama de servicios, potenciando la innovación, facilitando la explotación de los resultados de la I+D de la Comunidad y animando a la participación en los programas de investigación europeos.

10.2.3 El precio

El precio de la tecnología se fija caso a caso, como resultado de una negociación. El precio inicial no tiene nada que ver con el precio final, al que se llega después de una serie de aproximaciones sucesivas. Como suele pasar en las negociaciones, el más fuerte impone las condiciones (Bidault y Zervudachi, 1984, Roa y otros, 1989, Udell y Potter, 1989).

En el curso de la negociación, los compradores esgrimen distintos argumentos: que la tecnología no vale nada, porque ya está amortizada, o que sólo vale lo que costará documentarla (haciendo los planos que faltan, traduciendo los manuales,...). Para la empresa cedente, un objetivo puede ser la recuperación de los gastos de I+D que hizo en su momento para desarrollar la tecnología. Pero tal vez la postura más inteligente es la encaminada a compartir los beneficios que el comprador obtendrá para el uso de la tecnología adquirida. En este caso el vendedor quiere ser remunerado mediante una participación en estos beneficios. El acuerdo finaliza con la firma de un contrato entre las dos partes.

10.3 El contrato de transferencia de tecnología

El contrato de transferencia formaliza la cesión de tecnología a cambio de un precio. Depende básicamente de cómo lo configuren las dos partes. Debe observarse que quien posee la tecnología sigue disfrutando de su posesión después de cederla o venderla; bajo este punto de vista, quizás la transferencia equivaldría más a un alquiler o arrendamiento que a una venta.

En los contratos figuran habitualmente cláusulas sobre los temas siguientes (Mullerat 1990, IMPIVA 1991). Algunas veces las cláusulas son claramente abusivas.

- *Exclusividad.* El cedente transmite la tecnología al receptor para que la explote de forma exclusiva (o no) en un tiempo y un lugar. La duración no puede ser indefinida y deben concretarse las indemnizaciones en caso de cancelación o extinción. Cinco años es una duración habitual para un contrato.
- *Confidencialidad.* El receptor tiene la obligación de conservar en secreto los conocimientos que recibe, no solamente los patentados o registrados sino también aquellos conocimientos que el licenciario conoce precisamente gracias al contrato: el *know-how*, las experiencias, etc.
- *No competencia.* En esta cláusula se concreta si el licenciario (o el licenciante) se compromete a no fabricar ni comercializar los productos en ciertos territorios.
- *Remuneración.* Las prácticas más usuales son el pago de una cantidad fija al inicio del contrato y el pago de un tanto por ciento de las ventas hechas por el licenciario - denominadas regalías o *royalties*-, que suele oscilar entre un 2 y un 4%, o bien el pago de cantidades variables, crecientes o decrecientes. Obviamente, pueden acordarse otras modalidades no tan extendidas.

Cuadro 10.3 La concesión rápida de licencias, clave del éxito del vídeo VHS

Aunque el primer vídeo experimental fue producido por la compañía californiana Ampex en 1959, tres empresas -Philips, Sony y Matsushita/JVC- adivinaron el enorme potencial de este aparato y trabajaron duramente durante dos décadas en su puesta a punto. Ni RCA, pionera de la televisión en color, ni la propia Ampex mostraron un entusiasmo parecido. Los problemas técnicos fueron considerables y durante 15 años las tres empresas citadas compitieron en perfeccionar sus prototipos. En opinión de un ejecutivo de JVC, fabricar un vídeo es diez veces más delicado y complejo que fabricar un televisor en color.

Un problema importante consistió en descubrir la combinación de precio, prestaciones y tamaño que prefería el consumidor. ¿Cuántas horas de grabación se deseaban? ¿Era importante la posibilidad de reproducir las imágenes a velocidad lenta? La única respuesta consistía en salir al mercado cuanto antes y mejorar continuamente el producto acercándose progresivamente a los deseos del consumidor. Mientras RCA experimentaba en su laboratorio, los japoneses comenzaron a experimentar en el mercado.

Los prototipos de las tres empresas: Beta (Sony), VHS (Matsushita/JVC) y V2000 (Philips) eran incompatibles. Estaba claro que el ganador de la batalla conseguiría grandes beneficios y empujaría a los demás a un callejón sin salida.

Sony tomó la delantera y pronto consiguió el 85% del mercado norteamericano, a finales de 1976. Pero cuando JVC introdujo un aparato con una capacidad de grabación de dos horas en lugar de la hora que ofrecía Sony, la ventaja de esta última comenzó a esfumarse. El golpe de gracia se produjo cuando JVC consiguió ceder la licencia del VHS a Telefunken en Alemania, Thomson en Francia, Thorn en Gran Bretaña y GE y la propia RCA en los Estados Unidos, quienes pronto empezaron a vender aparatos VHS, fabricados al principio total o parcialmente por Matsushita/JVC. La oferta de modelos y películas también era considerablemente superior a la del Beta/Sony.

El V2000 de Philips fue lanzado en Europa 18 meses después del VHS, cuando se habían vendido millones de aparatos de este formato. Philips no pudo superar este retraso, a pesar de que había trabajado codo a codo con los japoneses durante 15 años. La carrera de maratón se resolvió casi en la línea de llegada. En 1993, 15 años después del lanzamiento del VHS, Matsushita era la empresa líder indiscutible en el mundo del vídeo doméstico.

Fuente: Hamel y Prahalad, 1994

- *Suministro exclusivo.* Es la obligación impuesta por el cedente al receptor por la cual éste debe comprarle bienes de capital, bienes intermedios, piezas de recambio, componentes o materias primas.
- *Prohibición de no exportar.* A veces el cedente concede el derecho de utilizar una patente o una marca, pero impone la condición de que el receptor no exporte. Se comentará esta cláusula -que también puede ser abusiva- más adelante.
- *Obligación de comunicar los perfeccionamientos.* El licenciatario se obliga a comunicar y traspasar los perfeccionamientos al cedente.
- *Incompatibilidad de fuentes de tecnología.* Prohibición de que el receptor obtenga la tecnología de fuentes distintas a las del cedente.

10.3.1 La normativa española sobre transferencia de tecnología

La normativa vigente está contenida en el Decreto 1750, del 18 de diciembre de 1987, que modifica la regulación anterior sobre los contratos de transferencia de tecnología extranjera, muy dura y restrictiva.

Los rasgos principales de la normativa anterior eran (Mullerat, 1990): *a) Un concepto muy amplio de la transferencia de tecnología.* La normativa española incluye no solamente las patentes, las marcas y las otras figuras de la propiedad industrial sino también, como se ha mencionado, la asistencia técnica, los servicios, el *know-how*, el asesoramiento, la capacitación del personal, etc. En muchos países el ámbito de la transferencia de tecnología es más restringido, y se limita a la transferencia de invenciones.

b) La imposición de dos autorizaciones. Todos los contratos requerían dos autorizaciones: una del Ministerio de Industria y otra del Ministerio de Economía y Hacienda relativa al pago de las regalías.

c) Un control estricto. Además de las dos autorizaciones anteriores, los contratos debían inscribirse obligatoriamente en el Registro de Contratos de Transferencia de Tecnología. La inscripción en este Registro podía ser denegada cuando los cedentes imponían a las empresas españolas cláusulas que perjudicaban o dificultaban su desarrollo tecnológico, limitaban su libertad empresarial o representaban un abuso de poder, tales como la prohibición de exportar o el suministro exclusivo, antes mencionadas, la imposición de compra de tecnología en bloques -que obliga al receptor a comprar tecnologías no deseadas junto con la tecnología codiciada-, el cobro de precios excesivos, etc. Debe reconocerse, sin embargo, que la Administración fue tolerante, y prácticamente no hubo resoluciones denegatorias. Por otro lado, es bien conocido el hecho de que en muchas transferencias los acuerdos verbales eran mucho más duros que los que figuraban en el contrato escrito, convertido en "papel mojado".

El decreto de 1987 liberalizó los contratos por dos razones: no existían ya motivos que justificasen una actitud restrictiva y, por otro lado, España había entrado en el Mercado Común. La autorización de Industria fue eliminada, pero se mantuvo la obligatoriedad del Registro de Contratos, aunque sólo a efectos de control estadístico e informativo.

10.3.2 Algunos contratos específicos

Se examinan a continuación dos de los contratos más importantes: la licencias de patentes y los contratos de *know-how*.

a) La licencia de patentes (Vicent Chuliá; IMPIVA, 1991; IMPIVA, 1992)

La Ley de patentes de 1986, analizada en el capítulo anterior, señala que el cedente de una licencia de una patente "está obligado a poner a disposición del receptor los conocimientos técnicos que posea y que sean necesarios para poder proceder a una adecuada explotación de la invención" (Art.76). Se entiende, por tanto, que el cedente está obligado a aportar su *know-how*.

Cuadro 10.4 La interacción entre el esfuerzo interno en I+D y las compras de tecnología. El caso español

Existen dos caminos para progresar en el ámbito técnico: el esfuerzo interno en I+D y la importación de tecnología. Ningún país puede optar por una sola vía; no se puede pretender descubrirlo todo o inventarlo todo como tampoco es conveniente depender exclusivamente del extranjero. Se impone una cierta combinación o equilibrio. Pero este equilibrio varía notablemente.

La tabla 10.4 muestra los pagos totales para compra de tecnología (*royalties*, asistencia técnica, etc.), los ingresos o cobros por venta de tecnología y el saldo de la *balanza tecnológica*, diferencia entre las dos cantidades anteriores. Se observa el enorme saldo excedentario de los Estados Unidos -y el pequeño de Suecia- que contrastan con los déficits de Japón, Alemania, Italia o España. Llama la atención el déficit tecnológico español, uno de los más grandes del mundo.

Tabla 10.4 I+D nacional y compra de tecnologías extranjeras (millones de dólares)

	Pagos totales	Ingresos totales	Balanza tecnológica	DIRDE	Pagos/ DIRDE	Pagos/ Ingresos
Estados Unidos	7007.0	19701.0	12694.0	80629.0	0.087	0.356
Japón	1958.3	490.4	-467.8	44895.8	0.044	1.314
Alemania	1207.8	615.3	-592.5	12317.0	0.098	1.963
Francia	1368.8	1138.2	-230.6	9595.8	0.143	1.203
Italia	1178.3	638.3	-539.9	6000.6	0.196	1.846
Canadá	541.0	425.2	-115.8	2753.9	0.196	1.272
España	741.3	178.4	-562.8	787.85	0.941	4.154
Suecia	51.4	149.37	97.9	3217.8	0.016	0.344
Australia	184.8	70.9	-113.8	792.6	0.233	2.605
Media ponderada					0.088	0.583
Media aritmética					0.255	1.639

Fuente: OCDE. Cifras del año 1986, excepto para Alemania (1985), el Japón y Suecia (1987) e Italia (1988)

La patente objeto del contrato se considera indivisible. No se puede ceder solamente una parte de las reivindicaciones sino que han de ser cedidas en su totalidad.

Tanto la solicitud de patente como la patente pueden ser objeto de licencias en su totalidad o en alguna de las facultades que integran el derecho de exclusiva, para todo el territorio nacional o para una parte. Las licencias pueden ser exclusivas o no exclusivas (art.75). Las facultades anteriores, que integran el derecho de exclusiva o de protección frente a terceros son la fabricación, la importación y la comercialización.

Además de las licencias contractuales, la ley regula dos clases más de licencias: las licencias de *pleno*

Cuadro 10.4 La interacción entre el esfuerzo interno en I+D y las compras de tecnología. El caso español (continuación)

La tabla 10.4 presenta también el DIRDE, es decir, los gastos en I+D realizados por las empresas de un país, que no deben confundirse con los gastos totales, ya que el DIRDE no incluye los gastos de las universidades ni de los centros públicos de investigación. La relación pagos/DIRDE en lo que al caso español se refiere es sorprendente; mientras la relación en la mayoría de los países oscila alrededor de 0,1 -los pagos por compra de tecnología son una pequeña fracción del esfuerzo de la empresas en I+D-, en España la relación es de 0,9. Las empresas españolas gastan prácticamente lo mismo en I+D interna que en la compra de tecnología extranjera. Existe un claro desequilibrio.

La relación pagos/ingresos muestra también esta desproporción. En España, los pagos son más de cuatro veces superiores a los ingresos. En consecuencia, la relación inversa a la anterior, ingresos/pagos, denominada *tasa de cobertura*, es muy baja.

En España, tanto los pagos por tecnología como los ingresos o los gastos empresariales en I+D presentan una elevada concentración. En particular, el sector de los vehículos a motor realiza el 35% de las adquisiciones totales de tecnología extranjera, seguido por la química y los servicios. La investigación empresarial se concentra en la química (16,7%), los vehículos a motor (11,7%) y otro material de transporte (construcción naval y aeronáutica) (10,9%).

Del análisis de la situación española se desprende, como una conclusión principal, la necesidad de evolucionar hacia un mejor equilibrio entre la I+D nacional y la importación de tecnología estimulando la I+D en las empresas. Cada vez se insiste más en que la eficacia de la I+D es condición indispensable para una asimilación y explotación racional de las tecnologías extranjeras. La compra de tecnología no da lugar a verdaderas transferencias si no va acompañada de una I+D elevada en el interior del país.

Cabe añadir una cuestión importante al panorama anterior. Como es sabido, la industria española está muy penetrada por el capital extranjero. A menudo las empresas extranjeras investigan, pero muy a menudo también, cuando compran empresas españolas, cierran sus departamentos de investigación y la concentran en el país de origen. La empresa filial pasa entonces a comprar tecnología a la casa madre. ¿Realizan las empresas españolas poca investigación y compran mucha tecnología porque están controladas por el capital extranjero? ¿O es precisamente por no hacer investigación que son débiles y acaban en manos extranjeras?

Fuente: A partir de Rodríguez-Romero y Sanchez, 1992

derecho y las licencias *obligatorias*. Las primeras se presentan cuando el titular de la patente hace una oferta de licencias de pleno derecho, declarando por escrito en el Registro de la Propiedad Industrial que está dispuesto a autorizar la utilización de la invención a cualquier interesado, en calidad de licenciatario.

Tanto las licencias de pleno derecho como las obligatorias derivan de la obligación de explotar las patentes. En efecto, el artículo 83 de la ley indica que el titular de la patente está obligado a explotar la invención patentada, por sí solo o a través de una persona autorizada, mediante su ejecución en el territorio nacional, juntamente con la comercialización de los resultados obtenidos y de forma suficiente para satisfacer la demanda del mercado nacional; deberá realizarse la explotación dentro

de un plazo de cuatro años a partir de la fecha de presentación de la solicitud de la patente o de tres años desde la fecha de publicación de la concesión". Cuando la obligación de explotar no se cumple, la autoridad puede intervenir otorgando licencias obligatorias, sin la voluntad del titular de la patente e, incluso, en contra.

b) *El contrato de know-how* (IMPIVA, 1986; Pérez Santos, 1990; IMPIVA, 1991)

El *know-how* se puede definir como un conjunto de conocimientos técnicos, industriales y comerciales, no registrados, de carácter secreto, susceptibles de utilización en la actividad empresarial. Estos conocimientos no están registrados y, por tanto, no están protegidos, es decir, no gozan de la protección exclusiva que otorga la ley, a diferencia, por ejemplo, de lo que sucede en las patentes y los modelos de utilidad.

Entre la licencia de patente y la licencia de *know-how* existen analogías importantes. Ciertamente, la diferencia esencial entre ambos contratos radica en que mientras los conocimientos técnicos patentados son públicos, los conocimientos técnicos del *know-how* son secretos.

En el derecho español el contrato de *know-how* no está regulado; se trata, pues, un contrato atípico. El contrato se rige por lo que decidan las partes. La obligación fundamental que asume el licenciado o cedente es la de proporcionar al licenciado el *know-how* pactado, que es un bien inmaterial. El receptor asume dos obligaciones relevantes: pagar las regalías pactadas y mantener en secreto los conocimientos técnicos que constituyen el "saber hacer". La duración del contrato de *know-how* puede prolongarse indefinidamente mediante sucesivas renovaciones.

11 La innovación compartida: la cooperación entre empresas

11.1 La cooperación, estrategia en crecimiento

En la lucha por la competitividad, el protagonismo de la cooperación entre empresas ha aumentado notablemente en los últimos años. Hay que señalar, de entrada, que la literatura que analiza "las cooperaciones" es muy poco homogénea en lo que a definir que es un acuerdo de cooperación se refiere. De hecho, se está formando un cierto cuerpo de literatura que tiende a definir la cooperación en un sentido amplio, incluyendo en la misma por ejemplo los temas de propiedad industrial y el otorgamiento de licencias. Así, E.Fernandez (1991) define la cooperación como un acuerdo entre dos, o más empresas independientes, que uniendo o compartiendo parte de sus capacidades y/ o recursos, sin llegar a fusionarse, instauran un cierto grado de interrelación con el objetivo de incrementar sus ventajas competitivas. De una manera general, estos recursos pueden ser de cuatro tipos:

- capital (ya sea en forma de *royalties* o acciones)
- tecnología de productos (en forma de patentes, diseños, resultados y capacidad de investigación)
- capacidad de producción (*know-how*)
- ventas y redes de comercialización.

La cooperación se sitúa en el centro del debate sobre las estrategias de crecimiento y de mejora de la competitividad. En efecto, las cooperaciones entre empresas son realmente, el signo de un nuevo comportamiento competitivo, el cual se opone, por definición, al sentido convencional de la palabra competencia. Las cooperaciones y alianzas tienen un papel significativo en el marco de las estrategias utilizadas por las empresas para internacionalizarse; las adquisiciones, las creaciones de filiales, las fusiones y las exportaciones. Siguiendo los criterios de De Woot (1986), estas formas de inversión eran estrategias de dominación, mientras que la cooperación puede calificarse de estrategia competitiva (cuadro 11.1).

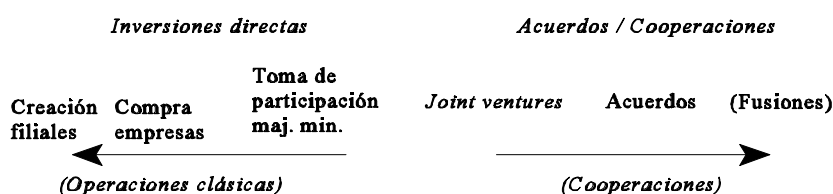
Desde un punto de vista terminológico, hay que remarcar que se utilizan muchas denominaciones y que no siempre el alcance de los términos es exactamente el mismo: colaboraciones, coaliciones,

asociaciones, cooperación, alianzas, acuerdos, *joint-ventures*,... son algunas de las denominaciones más frecuentes por referirse a un fenómeno para el cual incluso se ha definido un espacio propio entre la macroeconomía y la microeconomía: la mesoeconomía.

En efecto, las alianzas se sitúan dentro de un abanico de posibilidades de realización de transacciones en los extremos del cual se encuentran, de un lado el mercado y del otro la empresa. Una alianza tiene rasgos comunes con el mercado si se establece entre empresas independientes que deciden libremente compartir o intercambiar recursos para llevar a término unas actividades concretas durante un determinado período de tiempo, manteniendo su independencia una vez firmado el acuerdo. Es decir, que una vez firmado el acuerdo no existe subordinación jerárquica entre los participantes. Pero el acuerdo tiene rasgos "de empresa" en la medida que se caracteriza por ser estable durante un cierto período, y esto crea relaciones de dependencia mutua entre las partes.

Desde una vertiente tecnológica, vivimos en una situación de difusión acelerada de las tecnologías, en la cual las empresas que no saben hacer frente a los cambios quedan rápidamente fuera de juego. A causa del ritmo actual de difusión de las innovaciones ninguna empresa puede confiar en mantener durante mucho tiempo su superioridad tecnológica. El peso de una economía globalizada se impone. Hace años un estudio de McKinsey Alemania mostraba que los costes de distraerse y llegar tarde al mercado superaban los incrementos de gastos que comportaba acelerar el desarrollo. En este contexto, uno de los temas estratégicos con más relación con los cambios tecnológicos continuados es el de las cooperaciones entre empresas. De hecho, las cooperaciones y alianzas no son una novedad, lo que es nuevo es que, en los últimos años, hayan crecido en número y hayan conseguido mayores niveles de complejidad. Esta complejidad está afectando las estructuras de los sectores industriales antiguos y nuevos.

Cuadro 11.1 Internacionalización de las empresas y actividades de cooperación



Los enfoques que una empresa puede utilizar para internacionalizarse van desde la creación de filiales, partiendo de cero, hasta la realización de cooperaciones y alianzas de toda clase. Algunas de las formas alteran la dimensión del mercado (creación de filiales, *joint ventures*). En cierta manera (figura adjunta) las fusiones se pueden situar al lado de los acuerdos, si se acepta que, en el límite, la fusión puede ser juzgada como una cooperación absoluta. Ahora bien, la fusión no parece alentar las estrategias competitivas sino, más bien, aniquilarlas.

Fuente: Cohendet, Ledoux, Valls, 1988

Innovar es arriesgado, pero no hacerlo lo es aún más. En general suele haber una o dos tecnologías capitales para un producto o para un proceso de fabricación. Estas tecnologías son las que preocupan al entramado de alianzas y acuerdos que internacionalmente se va tejiendo. A veces se puede tratar de un nuevo componente, en otros casos de un nuevo material que se prevé que revolucionará los mercados. Es el caso del combate actual para la obtención de los llamados materiales "superconductores". En todas partes del mundo existen instituciones públicas y privadas trabajando en colaboración con el objetivo de intentar ganar la carrera.

Es sobretodo a partir del momento en que la tecnología va adquiriendo, para las empresas, el estatuto de variable estratégica¹ de pleno derecho que las empresas pasan a moverse entre la cooperación y la competencia. Esto representa una ruptura fundamental respecto al pasado y comporta una modificación de la estrategia tecnológica moderna. Horwitch resume este cambio diciendo que se plantean cuatro tipos de vínculos: tres de inter-organizacionales y uno para la relación entre los sectores público y privado. Estos vínculos llegan a ser muy importantes y hay que gestionarlos a medida que las distintas modalidades de innovación se mezclan e interaccionan entre sí. En este contexto, se hace necesario gestionar un continuo de acuerdos y de nuevos vínculos y relaciones de naturaleza muy diversa que hasta ahora o bien no habían aparecido o bien lo habían hecho pero con poca fuerza. Las empresas de alta tecnología deben tomar las decisiones de estrategia tecnológica teniendo en cuenta tres direcciones:

- la estrategia competitiva (competencia y/o cooperación)
- el campo de acción (interno o externo)
- la estructura (los tipos de organización de la I+D).

Tabla. 11.1 La estrategia tecnológica y las relaciones entre empresas de los años 60 a los años 90

Años sesenta	Años noventa
<i>Centros de actividad muy distintos</i>	<i>Nuevos tipos de vínculos:</i>
<i>Autonomía de las empresas</i>	-intraorganizacionales
<i>Distintas modalidades de innovación que están separadas:</i>	-interorganizacionales nacionales
-pequeña empresa de alta tecnología	-interorganizacionales multinacionales
-gran empresa	-público/privado
-empresa que opera en diversos sectores y tiene distintas organizaciones	<i>Las distintas modalidades de innovación tecnológica están cada vez más interconectadas y mezcladas por razones estratégicas</i>

Fuente: Adaptado de Horwitch (1986)

¹ Este tema se ha tratado de manera detallada en el capítulo 2

Tabla 11.2 Algunos campos posibles para la cooperación de carácter tecnológico

<i>Investigación y desarrollo (I+D)</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Investigación básica -Investigación aplicada -Desarrollo tecnológico
<i>Intercambios tecnológicos</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Licencias -Cambio de patentes -Know-how -Cambio de informaciones -Asistencia técnica
<i>Normalización tecnológica</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Fijación de normas y standards
<i>Fabricación</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Fabricación -Producción de servicios -Suministro de determinados productos

Gestionar adecuadamente estas tres dimensiones es uno de los grandes desafíos que han de afrontar las empresas en lo que a la estrategia tecnológica se refiere. En el primer caso se trata del grado de "cooperación" que se adopte respecto a la competencia. El segundo campo de acción se refiere al grado en que las decisiones y el comportamiento se basan en la dimensión externa o interna. Es decir, la tendencia a realizar actividades dentro la empresa o a estar pendiente y relacionarse con otras empresas. Finalmente hay que ver la manera como se estructura la I+D: laboratorios, pequeñas unidades empresariales independientes, etc.

Desde una perspectiva parecida analiza el tema la consultoría ADL en su texto sobre la "Tercera Generación de I+D" (Roussel, 1991). Al dibujar la evolución de la gestión de la tecnología de los años cuarenta hasta hoy en día sitúan como en un punto clave de la filosofía de las empresas de la actual "generación" el tema del *partnership*.

Como ya se ha mencionado, y se comentará con más detalle en el próximo capítulo, el papel de los gobiernos no es negligible, ni mucho menos. Los gobiernos vigilan que en las relaciones entre empresas se cumpla el marco legislativo, como por ejemplo normas *antitrust* o normas de propiedad industrial... y, en definitiva en todas las operaciones de transferencia de tecnología. Pero, de otro lado, los gobiernos de muchos países de la OCDE han mostrado un interés considerable por favorecer, en la medida de sus posibilidades y en el marco de sus políticas industriales y tecnológicas, las cooperaciones entre empresas.

11.2 Las principales modalidades de cooperación

El tipo de operaciones que hemos definido como una cooperación entre empresas presentan una diversidad considerable. Los análisis que se quieren referir a los acuerdos y las relaciones de cooperación han de definir forzosamente alguna clasificación de las operaciones. La tabla 11.2 es muestra de dosificación desde la dimensión tecnológica. Algunas operaciones como las licencias pueden quedar, en cierta manera, encuadradas como actividades de cooperación, si se toma una definición amplia. En este capítulo no nos extenderemos en las licencias por el hecho que ya se han tratado en el capítulo precedente.

Fernández (1996) propone una clasificación en función de la naturaleza y el campo de aplicación (tabla 11.3). Distingue tres niveles: tecnología, producción y marketing. Y dos dimensiones: la vertical y la horizontal. El primer nivel hace referencia sobre todo a cuestiones de suministros y distribución, y la posible posición de dominio de uno de los signatarios del acuerdo es muy evidente. En el segundo nivel el número de opciones es mucho más amplio, y son estos tipos de cooperaciones y alianzas los que han crecido en los últimos años.

Tabla 11.3 Clasificación de las alianzas según naturaleza y campo de aplicación

<i>Alianzas</i>	<i>Tecnología</i>	<i>Producción</i>	<i>Marketing</i>
<i>Verticales</i>	<i>Suministros de tecnología. Acuerdos universidad-empresa</i>	<i>Suministro industrial</i>	<i>Compra exclusiva Distribución única Distribución exclusiva Distribución selectiva Asociación con clientes</i>
<i>Horizontales (competitivo)</i>	<i>Laboratorios conjuntos Compartir una tecnología</i>	<i>Economías de escala Especialización Compartir recursos Limitar la producción</i>	<i>Antena colectiva Unir recursos Expandir la demanda Suministro recíproco Servicio post-venta Compartir marcas Venta común No competir</i>
<i>Horizontales (complementario)</i>	<i>Intercambio de tecnología Licencias cruzadas</i>	<i>Proyecto conjunto</i>	<i>Comercialización conjunta Asociaciones para vender Servicios reales</i>

Fuente: Fernández, 1996

11.3 Las motivaciones de las estrategias de cooperación

En el marco de la competencia entre empresas hay que señalar, como es evidente, que la hipótesis de la no-cooperación es la que, en principio tiende a imponerse. La empresa puede razonar de la manera

siguiente: si juega a tener un comportamiento de "colaboración" (en I+D, por ejemplo), puede ser que en la fase final sea necesario adoptar un comportamiento no cooperativo, en la cual la empresa, toda sola, pueda, libremente, jugar todas sus bazas. Pero el problema debe ser considerado desde el punto de vista de las ganancias asociadas a la estrategia escogida. Si una empresa adopta un comportamiento individual y agresivo, puede suceder que dos empresas de la competencia hagan una alianza para hacerle frente. El análisis de las posibles pérdidas y ganancias asociadas a una estrategia agresiva puede inclinar a la empresa a adoptar una actitud menos agresiva, pensando en las ganancias futuras que esto le pueda traer. Si valora las ganancias futuras, la empresa debe tener presente que quizás le podrá ser necesario cooperar con los competidores. El carácter imprevisible y la velocidad de determinadas evoluciones pueden contribuir a la adopción de este tipo de actitudes conciliadoras que han sido calificadas como de "comportamiento colusivo-no cooperativo".

En el juego de los acuerdos y las alianzas la información es un factor decisivo. En principio, los dos o tres *partners*, llegan a un intercambio de una parte de sus recursos y conocimientos esperando poder aprovecharse de los conocimientos de los otros aliados en el pacto. Este intercambio es beneficioso (permite ganar tiempo, economías de escala,...) pero uno de los *partners* puede acabar obteniendo una posición dominante sobre el otro. Y, si se trata de I+D, la empresa que ha conseguido una ventaja puede cambiar su actitud hacia la continuidad del acuerdo. Así, puede proyectar una ruptura que le sea favorable de cara a afrontar la fase de la comercialización de los resultados de la I+D en solitario. El grado de convicción y el espíritu y la voluntad con que los partenaires hayan realizado el acuerdo tendrá en este caso una importancia decisiva para permitir que el compromiso de los asociados se pueda llegar a romper.

Ohmae (1985), en un texto sobre la tríada (Estados Unidos, Japón, Europa), reflexionó sobre la conveniencia o no de llevar a cabo alianzas estratégicas en función de la implantación geográfica y el tipo de actividad. Es cierto que las multinacionales parecen cada vez más dispuestas a la cooperación que no a las guerras comerciales. Se puede considerar, en cierta manera, una señal representativa de un cambio en la concepción de la competencia y de las actividades de dimensión internacional de las empresas internacionales. Estas actitudes son adoptadas cada vez más por empresas de dimensión media o pequeña pero tecnológicamente o comercialmente significativas a nivel internacional. La lectura de Ohmae (figura 11.1), diez años después, parece demasiado restrictiva. El imparable crecimiento de los flujos de inversión extranjera entre países y la globalización creciente han llevado a muchas empresas a hacer acuerdos dentro de un mismo sector (los acuerdos entre empresas como ahora IBM y Apple son un claro ejemplo de ello).

Se trata, en definitiva, de una estrategia que a base de ser más utilizada llega a ser enormemente compleja. No es por casualidad que en la época en que las tecnologías y los mercados se sofistican, los medios para acceder a ellos y controlarlos no se quedan atrás. Todo un abanico de motivaciones muy diversas se esconde detrás la actitud de querer "cooperar". La tabla 11.4 hace una recopilación de motivaciones posibles agrupadas en tres grandes campos: tecnológico, comercial y financiero. Si se consideran las principales grandes motivaciones en lo que se refiere a la realización de acuerdos, alianzas y colaboraciones entre empresas, destacan las siguientes: ganar tiempo, reducir costes, compartir riesgos, obtener economías de escala y obtener información.

Desde el punto de vista tecnológico, la cooperación se puede hacer con la intención de conseguir una tecnología, con la idea de superar un retraso o bien porque se pretende ir hacia una diversificación. En algunos casos la cooperación tecnológica, sobre todo en los acuerdos para crear *joint ventures*, puede ser una estrategia para conseguir tener, a corto o largo plazo, unidades de producción propias en una determinada zona o país.

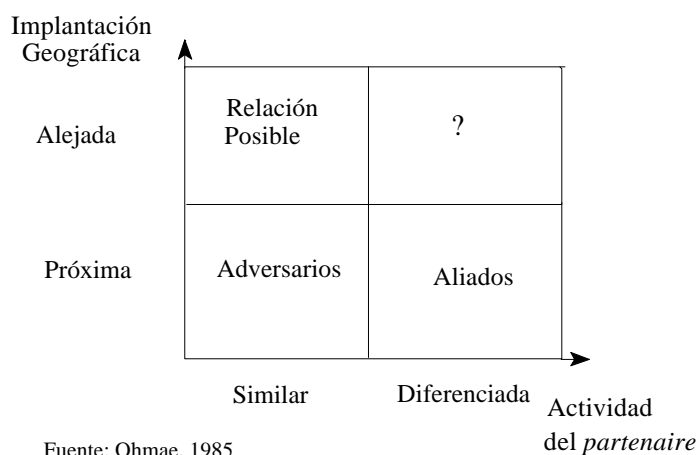


Fig.11.1 Cooperación, implantación geográfica y tipo de actividad

Una cooperación tecnológica no tiene el mismo sentido si se trata de un acuerdo para hacer investigación básica o para hacer desarrollo tecnológico. Un acuerdo para realizar conjuntamente investigación básica tiene una posición más lejana del mercado que una cooperación para desarrollar un producto cuya comercialización se prevé en un plazo breve de tiempo. Las evidencias empíricas muestran que, en este último caso, buena parte de los acuerdos se hacen "pactando" el desarrollo y la comercialización del producto o proceso.

Desde el punto de vista comercial lo que es importante es estar cerca de los mercados. Los costes para crear una red de distribución internacional potente son tan altos que los acuerdos de distribución pueden ser una buena solución, la cual, al mismo tiempo, puede permitir estar presente más rápidamente en todos los mercados mundiales.

El campo de la cooperación financiera es, con frecuencia, el más difícil de analizar. En estos casos hay que preguntarse siempre cuál es el verdadero sentido de una toma de participación. Ya se trate de una compra de acciones que pertenecían a otra empresa o bien de acciones compradas en una ampliación de capital, para juzgar el sentido y el alcance de la operación se requieren informaciones adicionales.

En este apartado, se han ordenado tres grandes campos para la cooperación (tecnológico, comercial y financiero), pero es cierto que a menudo las razones de un acuerdo tienen impacto en muchos terrenos. Un acuerdo de intercambio de licencias e informaciones tecnológicas puede estar pensado para eliminar la competencia y repartirse a la larga el mercado mundial entre dos empresas. De la misma manera, detrás de un acuerdo de licencia o una *joint venture* puede haber un intento simple y claro de obtener ingresos adicionales por factores como por ejemplo:

- cuotas para asistencia técnica
- venta de componentes o materiales al licenciario
- retornos (*feedbacks*) tecnológicos
- *royalties* libres por derechos de licencia recíprocos
- cuotas por servicios de ingeniería
- ventas de maquinaria o equipo al licenciario
- honorarios de gestión.

Tabla 11.4 Motivaciones para hacer acuerdos

<i>Tipos de cooperación</i>	<i>Algunas motivaciones</i>
<i>Producción</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Conseguir capacidad -Economías de escala -Diferenciar el producto o conseguir uno de nuevo -Eliminar o parar a los competidores
<i>Investigación y desarrollo</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Acelerar el proceso (ganar tiempo) -Repartirse los costes -Compartir recursos (complementariedad tecnológica) -Compartir riesgos
<i>Cambios de tecnología e informaciones</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Poder disponer de una tecnología determinada -Ganar tiempo -Estimular nuevas ideas
<i>Normalización</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Compatibilidad -Calidad -Reducción de la variedad
<i>Comercializar/ Distribuir</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Controlar mercados -Distribuir antes que los otros (ganar tiempo) -Buscar nuevos mercados -Ampliar la red de distribución -Reducir costes

Cabe señalar también que en los acuerdos pueden distinguirse las empresas que aporten recursos, de las empresas que aporten competencias (Fernández, 1991). Los recursos tienen un valor concreto en el mercado. Las competencias no; las competencias son activos intangibles de difícil valoración en el mercado en la medida en que se basan en información. Se trata de lo que con frecuencia agrupamos bajo la denominación de "conocimientos tácitos", la creación y acumulación de los cuales requiere tiempo.

11.4 Redes, *clusters* y *networking*

El fenómeno de la creación de todo tipo de vínculos entre empresas de distintos tipos, organizaciones de investigación y empresas, entre centros de apoyo y universidades... ha situado en primera línea de los análisis los términos ingleses de *networking* y *cluster*.

En el capítulo 7, al tratar el tema de la empresa virtual, ya nos hemos referido, en cierta manera, a este fenómeno. Se trata en definitiva del reconocimiento de la importancia para la competitividad del conjunto de relaciones que se establecen entre empresas y organizaciones de todo tipo. Su vinculación con la "cooperación" es evidente, pero a menudo, desde esta perspectiva, el énfasis se pone en la dimensión informal de las relaciones. En esta dimensión informal el papel de la información es muy destacado. Para la OCDE (1993) tres grandes temas pueden justificar el interés de las pyme para las redes:

- a) El hecho de que obtienen información a través de los contactos personales.
- b) Como que, por falta de recursos, con frecuencia no se pueden organizar de manera sistemática sistemas de vigilancia y seguimiento de la evolución de los mercados y las tecnologías, las redes ayudan a cubrir este déficit.
- c) Las redes ayudan a las pymes a conocer y situarse mejor en su entorno socioeconómico y, por tanto, a estar preparadas para hacer frente a los cambios que puedan acontecer.

Se suele distinguir entre los tipos de redes siguientes:

- Informales y en relación con el mercado: proveedores, *partners*, clientes ...
- Redes de producción: Subcontratistas, bancos, consultores de servicios, empresas externas de mantenimiento ...
- Redes de empresas centradas, sobretudo, en la relación proveedor/cliente, que constituyen una alternativa a la integración vertical, en la medida que se establecen relaciones no jerárquicas de colaboración entre una empresa núcleo y una constelación de empresas colaboradoras a su alrededor.
- Redes de transferencia de información y resultados de investigación, en los cuales participan organizaciones de investigación, de formación, asociaciones empresariales, empresas ...

El término *cluster* (traducible por "racimo o agrupación") tomó renombre a partir de la publicación del libro de Porter (1990) sobre la ventaja competitiva de las naciones. El término es asociado por Porter a una agrupación de empresas, centros de investigación y organizaciones de apoyo vinculados

a una determinada actividad: alimentación, sanidad, turismo, diseño, etc. El análisis de Porter no está lejos de la terminología del *networking* y, en todo caso, hay que decir que, a pesar de todo, subsisten muchos términos para referirse a fenómenos parecidos y que la mejora y/o unificación de esta diversidad terminológica parece aún un poco lejos.

Finalmente el anglicismo *networking* es ampliamente utilizado para referirse también al fenómeno de las redes. Más allá de tan extendida generalización de términos ingleses, en este caso la vertiente dinámica del término lo hace de difícil traducción en otras lenguas y refuerza su utilización.

11.5 Las *joint ventures*

Un caso particular de cooperación en el cual desearíamos centrar, brevemente, nuestra atención es el de las *joint ventures*. Se puede definir una *joint venture* de distintas maneras. El término deriva en su denominación completa de *Joint international business venture*. Fue utilizado por Friedman (1961) para definir "ciertas formas de colaboración técnica, financiera o comercial entre empresas de distintos países, los cuales pertenecen, en general, a economías con distintos grados de desarrollo industrial".

Desde este punto de vista, la *joint venture* permite a las empresas apropiarse de recursos y facilitar la entrada de un negocio extranjero en un nuevo territorio. En definitiva, una *joint venture* se constituye con la perspectiva de desarrollar y fabricar productos o sistemas completos comunes con repartición de sectores tecnológicos o de zonas geográficas de comercialización. Existen diversos factores que hacen atractiva esta cooperación en producción:

- Proporciona una nueva industria que puede comportar nuevos productos.
- Contribuye a adaptar el ritmo de industrialización a las capacidades del país y de la empresa receptora.
- Proporciona tecnología, *know-how* y formación.
- Proporciona experiencia.
- Permite el uso de un producto que en condiciones normales podría ser excluido a causa de las cuotas de importación, problemas del cambio de divisas o bien problemas de la balanza de pagos.
- Pone los fundamentos para proyectos complementarios a largo plazo y posibilita proyectos de aspecto comercial.

Una de las principales motivaciones de una empresa transnacional para entrar en una *joint venture* es la significativa reducción de riesgo político y económico que aporta el hecho de tener un *partner* local en la empresa. Algunas otras razones que hacen atractivas las *joint venture* para una empresa transnacional son las siguientes:

Cuadro 11.2 El vehículo monovolumen de Volkswagen y Ford

Los monovolúmenes han ido ocupando un espacio propio en el mercado del automóvil en los últimos diez años. Cuando Chrysler sacó su Voyager, en 1983, y Renault la conocida, Espace, en 1985, la división entre escépticos y entusiastas respecto al futuro de este tipo de vehículo fue inmediata. Nadie vaticinó que los monovolúmenes serían los protagonistas de la batalla productiva y comercial del sector de la mitad de los años noventa. Hoy en día, prácticamente todas las marcas tienen su monovolumen. Para los pioneros, Chrysler y Renault, el vehículo es uno de sus productos estrella; para los seguidores las cosas son más complicadas. Sólo Nissan con el Serena ha conseguido una buena posición, y en el caso de España es líder de ventas. Las ventas de los distintos fabricantes están, de momento, por debajo de las previsiones y los principales "seguidores" europeos (Seat, Volkswagen, Ford, Fiat, Lancia, Citroën y Peugeot) padecen especialmente los efectos de la situación.

El desarrollo de un nuevo monovolumen, como el de cualquier nuevo modelo de automóvil, tiene unos costes muy elevados. Volkswagen y Ford decidieron afrontar el tema conjuntamente. Crearon una empresa conjunta y pusieron en marcha una planta productiva en Setúbal (Portugal). En esta cooperación, Ford se encargó de la organización y creación de la fábrica y Volkswagen del diseño y de la ingeniería. La inversión ha sido de 350.000 millones de pesetas y se prevé una producción de 180.000 unidades anuales. En palabras de los directivos de Volkswagen, esta cooperación es un "medio muy eficaz para economizar costes y ofrecer un precio competitivo".

El resultado de esta alianza se concreta en tres modelos distintos: el Ford Galaxy, el Volkswagen Sharan y el Seat Alhambra que cada una de las empresas comercializa por separado. La alianza no ha estado exenta de problemas. Las dos empresas ya cooperaban en el mercado brasileño bajo el nombre de Autolatina, una unión que finalmente fracasó y que ha afectado las relaciones del proyecto del monovolumen. En cualquier caso, la unión para producir los monovolúmenes pretende que ambas empresas puedan ser lo más competitivas posible en un mercado que las previsiones siguen, a pesar de todo, considerando muy importante y en el cual la batalla entre marcas promete ser encarnizada: se estima que en 1998 se venderán medio millón de unidades de monovolúmenes en Europa.

Fuente: Usine Nouvelle, 16-2-1995 y Actualidad Económica 17-3-1996

- A veces existen incentivos fiscales de los gobiernos.
- Permite a la compañía aprovechar "habilidades" especiales de los socios locales.
- Da acceso al sistema de distribución del socio local.
- Permite a la empresa transnacional acceder a mercados prohibidos a los extranjeros.
- Permite expandirse. Probablemente limitaciones financieras y de mano de obra limitaban la expansión.

De esta definición de *joint venture* asociada a la internacionalización hemos pasado a una generalización del término. Hoy en día, cuando dos o más empresas combinan sus intereses en un determinado negocio empresarial y acuerdan compartir pérdidas y beneficios en proporción a su aportación para conseguir unos objetivos concretos, el acuerdo recibe la denominación *joint venture*. Una *joint venture* es, en definitiva, una "empresa conjunta" entre dos o más empresas participantes que combinan recursos por razones de orden comercial, financiero o de gestión. Así pues, la estrategia convencional relacionaba el concepto de *joint venture* con el término producción mientras que en los últimos años se constata una tendencia significativa en la creación de *joint ventures* vinculadas a la realización de I+D y de otras actividades (cuadro 11.2).

Hay que señalar que las operaciones no son siempre a 50%-50% de capital. Se admiten como *joint ventures* operaciones a 51-49% y a 60-40%, y otras distribuciones de capital. En estos tipos de casos

suele conservar la mayoría de capital la empresa del país en el maneras, para valorar bien el equilibrio de una *joint venture* con frecuencia el porcentaje no parece un criterio suficiente. Como señala Gille (1987): "El equilibrio de una filial común no depende únicamente de la distribución del capital, sino también de la parte que la alianza representa en las actividades de cada aliado... muy a menudo el verdadero equilibrio de un acuerdo no resulta de un juego donde se trata de ver quien consigue el 51 % sino de un compromiso fundamentado en dos criterios:

- El deseo legítimo de cada aliado de asegurarse el mayor peso posible dentro el acuerdo, si puede, el 51 %.
- El deseo de cada parte implicada de que las actividades realizadas en común ocupen, por lo menos, una posición tan importante en el conjunto de la estrategia del aliado como en la propia estrategia".

La capacidad y la adecuada complementariedad son elementos esenciales que hay que evaluar con cuidado. El riesgo de que el *partner* sea demasiado grande para ser controlado o demasiado pequeño para ser eficaz está siempre presente. Los conflictos pueden aparecer también en la dimensión jurídica, por el hecho que la nueva sociedad tiene entidad jurídica propia. La manera de gestionarla y distribuir los fondos puede ser un elemento de conflicto remarcable.

Tabla 11.5 Las condiciones del éxito de una cooperación

<i>Los acuerdos</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Se han de insertar en la estrategia global de la empresa.</i> - <i>Los objetivos han de estar claramente definidos; es preciso que cada empresa que participe en el acuerdo explice bien las motivaciones.</i> - <i>Deben evaluarse bien las características del socio potencial.</i>
<i>Organización de las cooperaciones</i>	<p><i>Importancia de los aspectos siguientes:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Análisis preciso de los problemas que se plantean y de los retos técnicos, comerciales y financieros.</i> - <i>Planificación coordinada de las operaciones en el tiempo.</i> - <i>Determinación de los responsables de la cooperación para cada organización implicada en el acuerdo. Es necesario que las cooperaciones sean conducidas en el nivel jerárquico adecuado.</i> - <i>Control y seguimiento de las operaciones. Las relaciones han de estar gestionadas de manera dinámica y atenta.</i>
<i>Una cooperación implica</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Estar dispuesto a favorecer unas interrelaciones eficaces.</i> - <i>Estar dispuesto a modificar la cadena de actividades y el lenguaje de la empresa.</i> - <i>Estar dispuesto a aportar los recursos necesario.</i> - <i>No recurrir a alianzas de conveniencia. La cooperación significa confianza recíproca entre las empresas y una repartición equitativa de las ganancias.</i> - <i>Vigilar un punto clave: el control de cualquier tipo de información científica y tecnológica a que tenga acceso la otra empresa.</i>

11.6 Éxito o fracaso de los acuerdos de cooperación

En la actualidad se da cada vez más importancia al hecho de insertar los acuerdos en la estrategia global de la empresa, con la intención de consolidar cooperaciones estables y sólidas y no acuerdos basados en estrategias coyunturales e, incluso, especulativas, destinadas a fracasar a corto plazo. De la misma manera, llegar a un acuerdo en condiciones forzadas, o aceptarlo por la vía de la resignación, son estrategias que pueden poner las empresas que así actúen en una posición realmente difícil con vistas a su futuro. Pese a esto, si una empresa no tiene éxito en sus trabajos de I+D, puede suceder que no tenga otra alternativa que la de hacer un acuerdo con un competidor.

Los análisis existentes sobre este tema nos han servido para elaborar una tabla que recopila las características más destacadas sobre el éxito de las cooperaciones (tabla 11.5). El proceso de identificación de un socio es clave de cara al éxito.

Se suele recomendar, en primer lugar que sean las mismas empresas las que seleccionen el socio y que no dependan de posibles solicitudes externas. A pesar de todo, los sistemas de bancos de datos organizados por intermediarios y organizaciones públicas de apoyo son un camino que hay que tener en cuenta.

En segundo lugar llevar a cabo alianzas con empresas que ya tienen experiencias previas en el tema conlleva una mayor garantía de éxito. El factor aprendizaje acumulado puede contribuir, decisivamente, en la buena marcha de la cooperación.

En tercer lugar, es importante valorar las complementariedades y sinergias tecnológicas, comerciales, etc., existentes. Hacer una lectura que se base sólo en la posible vertiente financiera del acuerdo no siempre es el mejor camino (Fernández, 1996).

12 Las ayudas institucionales a la innovación y a la I+D

12.1 Las políticas de apoyo a la innovación y a la I+D. Justificaciones e instrumentos

12.1.1 Las justificaciones

En el proceso de I+D, la intervención gubernamental se suele justificar alegando como principales razones las ineficiencias que comporta la asignación de recursos a estas actividades a través del mercado. Para evaluar estas justificaciones, el punto de partida más adecuado es el de tomar en consideración el proceso de I+D. Se trata de ver cuáles son las características del proceso que no se adecuan con una visión de mercado de competencia perfecta. En este sentido, y siguiendo a un clásico como Arrow (1962), en lo que se refiere a ineficiencias en la asignación de recursos a HD cabe citar tres grandes causas: incertidumbre, inapropiabilidad e indivisibilidad.

En efecto, la asignación de recursos en actividades de I+D comporta niveles de incertidumbre superiores a los de cualquier otra actividad productiva. Es conocido que existe una gran dificultad en poder prever con qué rapidez se difundirá la innovación y cuál será su impacto real en la sociedad. A causa de esta incertidumbre la empresa que invierte en I+D asume unas cotas de riesgo importantes. En el modelo lineal que se ha comentado en el primer capítulo, se evoluciona de la I+D básica a la aplicada y al desarrollo tecnológico y de la I+D radical a la I+D incremental. Si se toma este modelo de referencia, parece lógico afirmar que la empresa tenderá a desplazar sus actividades a niveles de riesgo más pequeños, es decir, que existirá una diferencia a favor de la I+D aplicada, del desarrollo tecnológico y de la I+D incremental. Además, las pymes quedaran en situación desfavorable para la realización de I+D, ya que sus capacidades financieras son limitadas y las necesidades de financiación de determinadas actividades son cada día más importantes.

Los *outputs* del proceso, es decir, los avances científicos y técnicos, tienen externalidades, de la misma manera que los bienes públicos y, por tanto, su rentabilidad no puede ser evaluada a través del mercado (Martín, 1988). Es decir, después de un proceso más o menos costoso se ha obtenido un nuevo *output* (un determinado tipo de conocimiento), pero el coste de producción y transmisión de este conocimiento es en la mayoría de los casos insignificante. En consecuencia, a falta de un sistema de protección legal, o cuando este exista pero su vulnerabilidad sea muy alta, el productor de los nuevos conocimientos tendrá muchas dificultades por apropiarse su rentabilidad a través de la venta en el mercado. Hay que añadir a esto la consideración de que nos estamos refiriendo a información, que, en definitiva es una "mercadería" compleja, difícilmente divisible, lo cual tampoco favorece la apropiabilidad de los resultados.

Para paliar este tipo de problemas, se justifican dos grandes líneas de intervención del sector público en las actividades de I+D. Por una parte, la participación directa mediante centros de I+D y universidades que intervienen en la realización de actividades durante las fases de investigación básica y aplicada, en las cuales los problemas mencionados presentan una mayor intensidad. Por otra parte, la intervención mediante la instauración de sistemas de protección, como el sistema de patentes, que permitan a las empresas que generan resultados de la I+D apropiarse de los rendimientos derivados de estos resultados.

De todas maneras, existen argumentos que cuestionan este tipo de intervenciones afirmando que tampoco se consigue una asignación óptima de recursos. Estos argumentos se suelen apoyar esencialmente en dos cuestiones: la intervención del sector público no elimina la incertidumbre y las patentes no pueden hacer apropiable una mercadería tan intangible como la información. Los avances más recientes en economía industrial y en economía internacional sobre el funcionamiento de los mercados oligopolísticos han realizado matizaciones y aportaciones al debate.

Así, si se acepta que el marco de aplicación de la política de I+D es el de mercados oligopolísticos, donde a menudo la competencia se desarrolla a través de mecanismos distintos a la del precio, razonar en términos de "fallos" de mercado ha motivado a distintos investigadores a profundizar en el análisis de factores relacionados con la organización de la I+D en las empresas, el proceso de formación y selección del personal etc. Otro argumento, reforzado por la evolución económica internacional de los últimos años, es el de las estrategias gubernamentales o, si se quiere, el argumento de las llamadas "políticas nacionales de competitividad" (ver capítulo 1). Si la competencia imperfecta predomina, y, por tanto, las economías de escala y la diferenciación son factores de competitividad, los gobiernos se plantean llevar a término políticas que apoyen a las empresas nacionales frente a las extranjeras.

12.1.2 La visión de la escuela francesa de sociología de la innovación

La investigación es una actividad compleja. Esta complejidad puede ser valorada desde distintos aspectos y perspectivas. La llamada escuela francesa de sociología de la innovación propone una agrupación en cinco bloques para analizar la naturaleza y los resultados del proceso: la producción de conocimientos, la dimensión económica, el hecho de dar respuesta a temas de interés general, la conexión investigación/formación y la difusión de resultados. El cuadro 12.1 presenta estas cinco dimensiones.

Esta visión en cinco bloques de objetivos permite lecturas muy diversas. Puede ser aplicado a un país, a un grupo de países o a una organización de investigación para ayudarnos a entender las relaciones entre los agentes y los efectos que generan. Se trata de un modelo en el cual cada dimensión o aspecto hace su contribución a los otros. Los resultados de los agentes económicos o tecnológicos de una de las ramas dependen directamente de los que están en otra de las ramas. Nos puede preocupar una dimensión (por ejemplo, la producción de conocimientos), pero no podemos olvidar todos sus vínculos con las dimensiones restantes. Así, la contribución de la investigación a la formación acaba con la calificación de unos técnicos que trabajaran en las empresas, mientras que la experiencia que lleva a la elaboración de normas tiene un impacto directo sobre la calificación de los productos. A partir de esta visión en cinco bloques, se puede reflexionar sobre el papel de la intervención pública respecto a la I+D. Desde esta perspectiva, la intervención pública puede incidir en tres niveles:

Cuadro 12.1. Dimensiones y finalidades de las actividades de investigación

En el proceso de I+D, tomado en sentido amplio, pueden destacarse las siguientes finalidades:

Producir conocimientos. La investigación contribuye a la producción de conocimientos, la calidad y el interés de los cuales son evaluados por la comunidad científica. Se trata de la investigación que denominamos investigación académica, fundamental o básica. La comunidad científica se ocupa de la producción de conocimientos y del reconocimiento de determinados resultados. Los investigadores compiten entre ellos y la competencia y el estímulo del reconocimiento ayudan a que aparezcan y se difundan los resultados de investigación. Sólo sobreviven los resultados que han pasado la prueba de la crítica colectiva. Lo que guía esta producción es, sobre todo, la competencia entre investigadores.

La dimensión económica de la investigación. La investigación puede ser un componente del proceso que culmina con la producción de innovaciones, es decir con la comercialización de nuevos productos y procedimientos. Estas innovaciones forman parte de las estrategias de las empresas orientadas a la creación de ventajas competitivas respecto a los competidores. La participación de la investigación en la actividad industrial y de servicios está guiada por la competencia económica entre las empresas en los mercados. Sean cuales sean las estrategias, lo que cuenta es la capacidad de transformar en innovaciones los descubrimientos y los desarrollos de los investigadores. La competencia económica y el interés por apropiarse los beneficios del micromonopolio del innovador guían los procesos de la investigación vinculados a las actividades industriales.

Dar respuesta a temas de interés general. La investigación se puede poner en marcha para resolver temas de interés general a partir de programas públicos. Este interés general puede estar más o menos definido. Un satélite meteorológico o un avión de combate son ejemplos de actividades con unos objetivos claros; en otros casos los objetivos pueden ser menos evidentes, como por ejemplo una encuesta epidemiológica o un inventario de poblaciones de animales. Existen actividades de investigación que quedan bajo la tutela de las organizaciones públicas. Se trata, sobretudo, de contribuir a la consecución de determinados objetivos de bienestar público. Desde esta perspectiva, el juicio político y el debate sobre qué hay que priorizar para el bienestar común guían esta dimensión de las actividades de investigación.

La conexión entre investigación y formación. Una salida imprescindible para las actividades de investigación es la de contribuir a las actividades de formación. El proceso de I+D permite que los conocimientos y el saber hacer elaborados por los investigadores se transformen en competencias incorporadas a personas concretas (estudiantes o trabajadores que cursen estudios de formación continuada, por ejemplo). La manera como los conocimientos se transmiten en el sistema de formación depende mucho del nivel de rivalidad que exista entre las instituciones de formación y de su capacidad de posicionarse en el mercado de trabajo. Esta dimensión formación de las actividades de investigación, las características del sistema educativo juega un papel determinante.

La difusión de los resultados de investigación. La investigación no se puede desarrollar en una sociedad que sea hostil a la ciencia y al progreso técnico. Desde siempre los investigadores e ingenieros se han esforzado en presentar sus actividades de manera que interese a públicos no especializados, ya sea para satisfacer su curiosidad, ya sea para hacerle ver el interés de determinados resultados. Las formas que puede tomar esta relación son múltiples: publicación de libros y artículos, acciones de divulgación, campañas, comités de ética. A estas formas tradicionales se le añade todo un conjunto de actividades que podemos agrupar bajo el nombre de "experteza"; los debates en medios de comunicación (por ejemplo, los problemas de la capa de ozono) y la redacción de normas (por ejemplo, una ley de bioética) son actividades a través de las cuales el punto de vista de la ciencia y la técnica se hace presente en la sociedad. El impacto o el grado de éxito de esta vertiente se puede valorar de maneras muy diversas. Por la venta de un libro de divulgación, por el caso que se hace a los consejos de los expertos en la versión final de las leyes, etc. El nivel de aceptación de los destinatarios define la importancia del tema.

- Vigilando el equilibrio entre las distintas dimensiones.
- Haciendo que las relaciones e interconexiones entre las dimensiones sean más fáciles y frecuentes (por ejemplo la relación universidad/empresas).
- Incidiendo sobre los mecanismos de estimulación y de evaluación existentes en cada dimensión (como por ejemplo una ley sobre propiedad industrial o los incentivos a los investigadores, en función de la calidad de la investigación).

12.1.3 Principales instrumentos

La tabla 12.1 clasifica los instrumentos de las políticas de I+D en ocho grandes grupos. Históricamente los primeros cuatro grupos de instrumentos de la tabla parecen merecer una mayor justificación por parte de los analistas: ejecución de investigación fundamental o aplicada, formación, información y coordinación. Se trata de cuatro actividades en las que las externalidades son importantes y la rentabilidad social es alta. Son, además, intervenciones que no tienen un carácter sectorial y se trata de actividades que reportan *inputs* en el proceso y contribuyen a su buen funcionamiento. Esto hace que sean unas modalidades especialmente extendidas.

Tabla 12.1 Principales instrumentos de política científica y tecnológica

-
- *Tareas de coordinación y programación de las actividades entre los agentes del Sistema de Ciencia y Tecnología.*
 - *Tareas de investigación, tratamiento y difusión de información de interés para los agentes del Sistema de Ciencia y Tecnología.*
 - *Coordinación y fomento de la participación de organizaciones del país en programas internacionales.*
 - *Ayudas financieras de formación y reciclaje del personal investigador.*
 - *Participación directa en actividades de I+D (centros públicos, universidades, centros de apoyo).*
 - *Ayudas financieras directas a empresas: subvenciones, créditos privilegiados, capital riesgo.*
 - *Ayudas fiscales a empresas.*
 - *Sistema de patentes y otras normas de protección legal para los resultados de la I+D.*
-

Fuente: Elaboración a partir de Martín (1988)

En cualquier caso, hoy en día, los gobiernos utilizan en mayor o menor grado, estos distintos instrumentos. El caso del apoyo más directo en las empresas, se puede resumir en cuatro términos: apoyo técnico, apoyo financiero, apoyo en información y ayudas fiscales.

Las ayudas fiscales suelen consistir en desgravaciones relacionadas con los gastos o con las inversiones relacionadas con la I+D de la empresa. El apoyo técnico se organiza a partir de la creación de laboratorios que puedan realizar I+D o ensayos y homologaciones para las empresas, especialmente las pymes. La potenciación de las relaciones universidad/empresa se podría considerar vinculada a este

tema. El apoyo en información consiste en la organización de centros donde se pueden proporcionar acceso a bancos de datos, documentación y otros servicios similares que las empresas, por sí mismas, difícilmente podrían organizar. El apoyo financiero se comenta en el apartado 12.4.

De una manera general, por lo que respecta a la decisión sobre los tipos de instrumentos que se han de utilizar, dos grandes cuestiones centran el debate: de un lado cuáles son las fórmulas aplicables y más convenientes, y de otra, la duda de si su aplicación resulta más efectiva que dejar que el mercado funcione libremente. Las reticencias sobre esto se fundamentan, entre otras, en argumentos como los siguientes:

- El todavía insuficiente conocimiento que se tiene sobre los múltiples modelos que explican las estrategias de las empresas y, en definitiva, sobre los posibles efectos que las políticas de I+D puedan tener sobre estas.
- El volumen de información que se requiere para la distribución de ayudas es muy grande. Sobre todo por los casos en que se intenta orientar hacia algunos sectores o tipos de empresas concretas.
- El riesgo de que las ayudas implementadas acaben siendo utilizadas por empresas multinacionales implantadas en el país y no en beneficio de las empresas del país.
- Un bajo número de técnicas de evaluación de las acciones y políticas.
- Cuando las ayudas están dando apoyo a ventajas competitivas, existe el peligro que la intervención suscite represalias por parte de países.
- El riesgo de que la intervención acabe teniendo un sesgo hacia determinados grupos que han hecho una mayor presión pero que quizás no son los destinatarios realmente preferentes de un determinado plan de apoyo.

Esta lista general de instrumentos (tabla 12.1) ha sido complementada por todo un conjunto de políticas y medidas asociadas al reconocimiento del entorno como un elemento no neutral en la creación y consolidación de tejidos industriales innovadores (cabe citar, por ejemplo, los casos de los parques tecnológicos y de las incubadoras de empresas). En los próximos apartados nos ocuparemos de esta evolución, que ha tenido lugar en las políticas de los últimos años.

12.2 De las políticas de la ciencia a las políticas de I+D e innovación

En Europa, en los años sesenta, la cuestión de la intervención en I+D se puso de actualidad a consecuencia de la preocupación que se detectó en determinados países ante el hecho de ver que se conseguían resultados inferiores a los de los Estados Unidos en lo que se refiere a la explotación industrial de la I+D.

Distintos estudios mostraron que el problema de la innovación no estaba simplemente en la importancia de las inversiones en I+D, sino en una gestión de las estructuras universitarias e industriales basada en el modelo del empresario-emprendedor. En los principios de los setenta el modelo americano era un ejemplo de ello por la capacidad de las estructuras universitarias para adaptarse rápidamente a las nuevas necesidades surgidas de la ciencia y por la capacidad del tejido industrial para explotar más eficazmente los resultados de la investigación. El modelo americano fue sustituido, en los años ochenta por el modelo japonés, consistente en un conjunto de medidas a largo plazo y convergentes que incluyen educación, investigación, industria y comercio exterior para dar, asegurar y sostener el dinamismo de las empresas en el plano mundial.

El cambio operado, pues, desde las políticas de la ciencia en el contexto más global de las políticas de la innovación ha sido significativo. Entre las características destacable de esta evolución hay que mencionar las siguientes (Salomón, 1988):

Hasta en un cierto momento, la preocupación estaba en integrar la investigación fundamental en el conjunto del sistema de investigación; en cambio, actualmente, en el marco de las políticas de innovación, el interés está en integrar las actividades científicas y técnicas en el conjunto de la economía. En el pasado, la pregunta que nos hacíamos era sobre el papel que debía tener el Estado en el apoyo a la investigación fundamental; hoy en día nos preguntamos en qué condiciones y hasta dónde puede ir el papel del Estado en la estimulación de las innovaciones técnicas.

Así pues, los criterios de una política de la ciencia y de la tecnología han sido profundamente modificados en los últimos años. Hasta en un cierto momento, el Estado estaba interesado en desarrollar las capacidades científicas de un país utilizando grandes programas de desarrollo tecnológico por razones de defensa y/o de prestigio nacional. La política científica tenía, pues, por objetivo crear las bases científicas y técnicas del crecimiento económico y, de hecho, se estaba más o menos aceptando que las empresas transformarían espontáneamente el progreso científico en nuevos productos y procesos. Es decir, una política de la ciencia pone en juego actores, instituciones y unos problemas que comportan medidas que conciernen a la formación científica, la enseñanza superior y la investigación universitaria y pública. En cambio, una política de innovación comprende un abanico de actores mucho más amplio, que va desde la industria al sistema bancario, a la formación profesional e, incluso, a la cultura técnica.

El desplazamiento hacia la innovación industrial de las políticas de la innovación les permite hacer frente no solamente a las consecuencias de la crisis sino también a las transformaciones provocadas por las nuevas tecnologías. Los productos y procesos resultantes de estas nuevas tecnologías definen nuevos modos de producción y consumo, se propagan en todos los sectores de la vida económica y social y se desarrollan en empresas flexibles y descentralizadas, capaces de adaptarse rápidamente en el mercado. Es lo que C. Freeman ha denominado el "nuevo paradigma tecnoeconómico" en el que la información tiene un papel más importante respecto a la materia y la energía. Las innovaciones no tienen por objetivo principal los bienes de equipo pesado (vinculados a la explotación y la energía y de las primeras materias), sino los bienes de producción relacionados con la información, con los materiales compuestos y con la ingeniería genética. Las características de este sistema se pueden resumir de la siguiente manera: mayor complejidad de concepción, relaciones más estrechas con las

instituciones científicas, localización más diversificada de la producción, mayor autonomía de utilización y proceso más rápido de mundialización.

Todos estos cambios que hemos mencionado permiten hablar de una evolución de las actividades de I+D y de transferencia de tecnología hacia un nuevo paradigma. Miede (1994), por ejemplo, destaca entre los rasgos más característicos del paradigma los siguientes: a) un mayor protagonismo de las actividades de difusión de tecnologías delante de las actividades de generación, b) la interactividad del proceso, c) su acumulatividad, d) la importancia de los procesos de aprendizaje, y e) su complejidad. Estas características se corresponden bien con los enfoques evolucionistas del cambio tecnológico y con las nuevas concepciones de la innovación que se han ido imponiendo en los últimos años y que reconocen el papel central de las inversiones inmateriales, el carácter acumulativo del proceso, la importancia de los procesos de aprendizaje (*learning by doing*), etc. La distinción entre un modelo lineal y un modelo interactivo de la innovación (capítulo 1) ilustra bien esta evolución.

12.3 Políticas de apoyo y sistemas nacionales de innovación

12.3.1 Sistemas nacionales de innovación

Un concepto estrechamente relacionado con esta evolución es el de sistema nacional de innovación. Al hablar de sistemas nacionales de innovación tendemos a centrarnos en las instituciones y mecanismos de apoyo más directamente relacionados con la innovación. El sistema está formado por un conjunto de actores que tienen por objetivo la producción y la difusión de ciencia y tecnología en el interior del espacio nacional: empresas, públicas y privadas, pequeñas y grandes, universidades y centros públicos, etc. Otros autores (como Bell y Callon) proponen el concepto de red tecnoeconómica (*réseau techno-économique*): conjunto de actores heterogéneos -laboratorios públicos, empresas, organismos financieros...- que mediante sus relaciones, su cooperación y sus intercambios hacen posible el cambio tecnológico. Estos actores se interrelacionan en distintos niveles: técnico, comercial, legal, social, político,... El concepto de sistema nacional de innovación es útil en la medida que se ocupa de inversiones y actividades referidas a los procesos de aprendizaje tecnológico de los países. Los actores establecen un conjunto de vínculos y flujos muy diversos y numerosos entre sí: financieros, legales, tecnológicos, sociales, de información,...

12.3.2 Un número creciente de mecanismos, instrumentos y actores

En este contexto, los mecanismos e instrumentos para apoyar a la I+D y a la innovación han crecido y un énfasis especial ha ido poniéndose en los temas relacionados con la transferencia de tecnología y el aprovechamiento de los resultados de la I+D (ver la tabla 10.1). Esta transferencia de tecnología puede adoptar diversas formas como por ejemplo: licencias, asistencia técnica, *joint ventures*, cooperación conjunta en programas de I+D, transferencia universidad/empresa,...

Los actores relacionados de forma directa o indirecta con las políticas de apoyo en juego pueden ser muy variados: universidades, centros de investigación, centros de servicios técnicos, asociaciones de investigación, parques tecnológicos, agencias gubernamentales,...

Las políticas de apoyo se han ajustado a la evolución de la percepción del proceso de la innovación de los últimos años. Mientras en un modelo lineal se podía actuar inyectando dinero en el inicio de la cadena, desde una perspectiva más sistémica e interactiva las acciones son mucho más variadas y van en la dirección de todo lo que se ha mencionado: hacer de catalizador, ayudar a crear redes, estimular la demanda de tecnologías, acciones de difusión, etc.

En esta evolución de las políticas las pyme tienen un papel destacado. Una primera constatación es el mayor grado de regionalización de las políticas. Esto va estrechamente ligado con la necesidad de políticas hechas desde la proximidad, orientadas hacia las pymes, poniendo la máxima atención en las necesidades del tejido industrial regional y/o local. Desde los gobiernos de las regiones el conocimiento de la realidad empresarial es más grande y permite poner en marcha centros de apoyo técnico. Con frecuencia se trata de iniciativas mixtas entre la administración y asociaciones sectoriales que hacen posible la existencia de unas infraestructuras de apoyo en la investigación (y en los procesos de información) que una empresa por sí sola difícilmente podría tener. Las acciones para potenciar las relaciones entre las universidades y las empresas también se sitúan claramente en el ámbito regional.

Una segunda característica plenamente relacionada con la primera es el aumento de los esfuerzos para dar apoyo a las pyme para que incorporen nuevas tecnologías y puedan ser competitivas. En la adopción y la difusión de tecnologías es donde está en juego la competitividad de la mayoría de las pequeñas y medianas empresas. El nivel de penetración de determinadas tecnologías (CAD/CAM, automatización...) es un indicador de la capacidad de innovar. La adopción es vista como un proceso dicotómico. Por una parte, modernizarse es imprescindible para poder sobrevivir en el futuro; por otra parte, el coste de estas inversiones es a menudo desmesurado respecto a la capacidad de financiación (o de endeudamiento) que la empresa tiene o puede llegar a tener.

De hecho, los gobiernos regionales han ido organizando su actuación de apoyo a las actividades de I+D e innovación de las empresas en tres niveles: un nivel estratégico, uno de apoyo general y uno de apoyo específico. En el primer grupo se sitúan las acciones de imagen y de promoción de la región como una zona de nivel tecnológico, y también los esfuerzos de coordinación general de los servicios de apoyo existentes. En un segundo bloque pueden agruparse las actuaciones que pueden ser de utilidad para la gran mayoría de las empresas: información, centros técnicos "horizontales", asesoramiento, programas de difusión de tecnologías, etc. Finalmente, en un tercer nivel los gobiernos pueden apostar por algunos *clusters* considerados estratégicos y poner en marcha planes de apoyo para ellos. En general, las líneas de financiación importadas no suelen depender de los gobiernos regionales sino que operan en el ámbito estatal.

12.4 El apoyo financiero

12.4.1 Las modalidades

El apoyo financiero en sus distintas modalidades ha ido tomando altura en este contexto de evolución de las políticas, como también pasa con los centros de servicio técnicos, por ejemplo. Pero las ayudas financieras no son precisamente una actividad calificable de entrada de "rentabilidad social alta". Es

evidente que los costes de I+D aumentan de manera alarmante; está claro que la I+D es imprescindible para lograr nuevas generaciones de productos y procesos y, por tanto, para mantener la competitividad; y es también manifiesta la necesidad de apoyo en muchos sectores. Los gobiernos van poniendo en marcha progresivamente los instrumentos necesarios para situar las empresas en igualdad de condiciones con las empresas extranjeras.

Han aparecido en todas partes programas de apoyo fundamentados en las subvenciones y créditos de todo tipo. En general, en Europa se han cantado las excelencias de la investigación en cooperación y, por tanto, los gobiernos han otorgado subvenciones, siempre que se trate de investigación "precompetitiva" (ver capítulo 13). Si los proyectos de I+D están más claramente orientados hacia el mercado, las fórmulas utilizadas se han fundamentado sobre todo en los créditos. Es un hecho que, con el aumento de costes de las investigaciones y la necesidad de ganar tiempo, los programas de apoyo se han ido imponiendo como una necesidad en muchos sectores clave para la evolución de la ciencia y tecnología.

El espíritu de la actuación pública es bastante claro. Si se trata de actividades lejos del mercado es tolerable dar subvenciones. En actividades de investigación básica o aplicada se entiende que existe riesgo e incertidumbre, y que por tanto, es razonable dar apoyo. En cambio, si se trata de actividades más claramente orientadas en el mercado, el instrumento por excelencia es el préstamo. La empresa tiene claro sus objetivos pero le puede faltar una financiación importante para desarrollar el producto y lanzarlo al mercado. El gobierno da un crédito en un tipo de interés inferior al del mercado (o incluso nulo), que la empresa le devolverá cuando venda el producto. Se trata de los denominados créditos privilegiados. Esta utilización del crédito permite evitar, en principio, las acusaciones de vulneración de las reglas de la libre competencia.

Los ejemplos más conocidos de subvenciones son obviamente los programas europeos (ver el capítulo siguiente), pero también algunas acciones del Plan Nacional de I+D, o los programas de modernización industrial del Ministerio de Industria de los últimos años (PATI, etc.), en los cuales se promueve la compra de infraestructura de investigación por parte de las empresas. Como ejemplos de programas de créditos privilegiados se pueden mencionar las actuaciones del CDTI en España. Para el caso de Catalunya, la Generalitat, a través de la CIRIT y el CIDEM, también ha puesto en marcha planes de apoyo financiero.

Existen distintas variantes y fórmulas de apoyo financiero. Por ejemplo, si se trata de subvencionar una investigación contratada en centros de investigación o laboratorios públicos o semipúblicos, a menudo la subvención no es a la empresa sino al centro que hará una actividad de I+D para una empresa o un grupo de empresas; por tanto, se está incentivando la empresa para que utilice unas determinadas infraestructuras de investigación. Otro tema serían las ayudas a la creación de empresas situadas en el sector de la alta tecnología, en este caso se trata de ayudarles en su fase de planificación y puesta en marcha subvencionando estudios de viabilidad y otras actividades de lanzamiento.

El tema de la creación de empresas en sectores innovadores nos lleva al capital de riesgo. Aportando fondos o actuando como avalistas, algunos gobiernos han potenciado este tipo de actividad como un mecanismo para favorecer el nacimiento de empresas en sectores punteros. En este caso, el apoyo es a través de una participación en el capital de la empresa. Dejando a un lado la experiencia inglesa (todo un modelo propio por mentalidad y tradición), desde una vertiente de capital estrictamente privado, la

Cuadro 12.2 El debate *science push-demand pull* y la orientación de las políticas de I+D

En general, existe un cierto consenso en considerar que las innovaciones radicales son debidas al progreso de la ciencia y de la tecnología (*science-push* o *technology-push*), mientras que en las innovaciones menores o incrementales, y especialmente en las derivadas de las innovaciones radicales, las necesidades del mercado (*demand-pull*) juegan el papel más importante. Sin embargo, esta consideración ha sido objeto de fuertes polémicas.

En general, el primer modelo defiende que son la ciencia y la tecnología las que han impulsado desde siempre el cambio técnico. Desde esta óptica existe crecimiento y cambio tecnológico porque existe progreso tecnológico y, en definitiva, progreso de la ciencia. La ciencia pura empuja el crecimiento económico. En este modelo los descubrimientos y las invenciones constituyen, pues, variables exógenas al sistema económico.

Contrariamente, el modelo de *demand pull* afirma que son las empresas, con sus ingenieros y técnicos, las que han desarrollado técnicas, procesos y productos para resolver los problemas concretos de la sociedad y todo esto sin una relación clara con la ciencia de la época. Bajo el punto de vista de este modelo las necesidades surgen dentro del sistema económico y, por tanto, los descubrimientos e invenciones son variables endógenas al sistema económico. Para este enfoque son las necesidades del ámbito económico las que motivan el desarrollo de la ciencia. La ciencia no es el motor; los motores son las necesidades del sistema económico.

La idea que es la ciencia la que "empuja" es normalmente defendida y compartida por los científicos, pero también por numerosos economistas. Existe la convicción de investigadores y científicos que la ciencia contribuye al bienestar de la sociedad y de la humanidad. Esta perspectiva se puede asociar a una visión muy pura de la ciencia. En palabras de Henry Le Chatelier: "La ciencia crea la industria, es la madre de la industria". Este punto de vista defiende que no se puede explicar el desarrollo de la industria moderna sin relacionarlo con la evolución de las ciencias experimentales (química, electricidad,...).

La idea de que la ciencia "empuja" va ligada al hecho que los estados de los países occidentales dieron un apoyo importante a la investigación científica después de la Segunda Guerra Mundial. Así, a modo de ejemplo se puede citar la frase de Warbruck: "La investigación fundamental lleva a los nuevos conocimientos. Ella crea el pozo de conocimientos del cual se pueden extraer los nuevos productos y los nuevos procedimientos". Desde esta óptica, los industriales aprovechan las oportunidades ofrecidas por la ciencia para desarrollar invenciones y, a la larga, nuevos productos.

Este período histórico que hemos mencionado es un ejemplo claro de cómo el cambio técnico ha sido posible gracias al progreso científico. Puede pensarse, por ejemplo, en la Alemania del final del siglo XIX, la cual, gracias a una correcta adecuación de las instituciones de investigación industrial y las universidades consigue un alto nivel de investigación fundamental que será crucial para su desarrollo industrial del siglo XX.

En oposición, el modelo *demand-pull* parte de la constatación de la importancia de la demanda en cuanto a generar la aparición de invenciones. Un ejemplo relativamente reciente hace reflexionar sobre el tema: a raíz de la crisis del petróleo del 1973 una presión económica clara actuaba para motivar la aparición de inventos sustitutivos y métodos y sistemas para economizar energía. Los inventos aparecen en este caso como una variable que depende de los factores económicos. En contraposición a la frase mencionada que "la ciencia es la madre de la industria" los economistas que defienden esta línea de pensamiento sostendrían, tal como recapitula Freeman (1975), que "la necesidad es la madre de las invenciones". A modo de ejemplo se puede citar el caso de las industrias alimentarias del siglo XIX en los EUA que experimentaron una fuerte concentración cuando se vieron las enormes posibilidades que tenía el sector. O actualmente cuando buena parte de los esfuerzos innovadores se dirigen al sector terciario, vistas las potencialidades que presenta para el futuro.

Cuadro 12.2 El debate *science push-demand pull* y la orientación de las políticas de I+D (continuación)

J. Schmookler utilizó el símil de las tijeras para referirse a este debate. Si no existen dos hojas las tijeras no funcionan; si no existe nivel científico y demanda de mercado no hay innovaciones. Un estudio muy conocido del SPRU para la OCDE planteó una argumentación de síntesis sobre el problema en la línea de las "tijeras" de Schmookler. El estudio se basaba en los resultados de un conjunto de análisis sobre diversos factores como por ejemplo: la capacidad de la empresa, su estatuto jurídico, los sectores a los cuales pertenecía, su organización y su sistema de funcionamiento. En el plano teórico, el estudio exponía que para que haya innovaciones tecnológicas tienen que haber conocimientos técnicos, pero también un mercado suficiente. En palabras textuales de Pawit y De Wald (1971): "La innovación implica siempre la existencia de tres factores: en primer lugar una base constituida para conocimientos científicos y tecnológicos; en segundo lugar, una necesidad económica y social; en tercer lugar, un agente intermediario que transforme los conocimientos científicos y tecnológicos en bienes y servicios destinados a satisfacer la necesidad económica y social".

El debate tiene interés por su vinculación con las orientaciones de las políticas: si lo que realmente cuenta es la ciencia, entonces el papel del Estado es capital y lo que hacen falta son políticas científicas adecuadas. En cambio, si quien realmente provoca la génesis de las innovaciones es el mercado, hay que velar para poner en marcha políticas tecnológicas (o "de innovación") eficientes. Justamente por esta síntesis de factores mencionada, los gobiernos ponen en marcha políticas científicas y políticas tecnológicas. Frecuentemente, surge el problema de la adecuación de estos dos tipos de actuaciones y, de hecho, la mayoría de países de la OCDE tienen o han tenido disfuncionalidades importantes entre ambas políticas. Así, los países que han apostado fuertemente por gastar mucho dinero en investigación pública pueden padecer después problemas de adecuación del producto a las expectativas reales del mercado. Los países que lleven a cabo políticas científicas débiles se pueden encontrar con un tejido industrial donde las innovaciones que aparezcan sean poco remarcables y, por tanto, no empujen suficientemente el sistema económico hacia delante.

experiencia europea en el tema es realmente de poco éxito. Por una parte, el grado de éxito de las empresas a las cuales se aporta fondos es pequeño. Por otra parte, el modelo económico ha privilegiado otros instrumentos y no ha creado las condiciones para que el capital riesgo se extienda. De toda manera existen iniciativas en diversas regiones europeas que, en mayor o menor grado, crean sociedades públicas (o mixtas) dedicadas a actividades de este tipo, el objetivo principal de las cuales es más bien el de contribuir al desarrollo económico regional y, en todo caso, como sociedad, ir tirando en lo que a cuentas de resultados se refiere.

12.4.2 Algunos elementos de reflexión sobre el apoyo financiero a la I+D

Problemas con el concepto de I+D precompetitiva

Se ha ido extendiendo la idea que todo aquello que era precompetitivo, es decir alejado del mercado, podía recibir el apoyo público si se ocupaba de proyectos de interés. Esta idea merece algunas matizaciones. En primer lugar, con frecuencia no se sabe con precisión hasta qué punto determinadas

actividades pueden calificarse de precompetitivas. Los estudios de evaluación de programas de I+D muestran bastante bien cómo el dinero que se supone destinado a proyectos lejanos en el mercado ha derivado a menudo hacia proyectos claramente cercanos al mercado. Los debates entre los EUA y la UE sobre la industria aeronáutica apuntan en esta dirección. ¿Hasta qué punto una ayuda para desarrollar el prototipo de un nuevo avión es una ayuda "precompetitiva" o bien hay que financiar determinadas pruebas y homologaciones, que son muy costosas, con dinero público?

Las dificultades para valorar el impacto real de las ayudas

Se tiene, todavía, un conocimiento insuficiente sobre los múltiples modelos que explican las estrategias de las empresas y, pese a que los métodos de análisis y evaluación han mejorado, nuestro conocimiento de los posibles efectos de las ayudas e instrumentos sobre las empresas es bajo. Hay que añadir a esto el riesgo existente de que las ayudas implementadas acaben siendo utilizadas por empresas multinacionales implantadas en el país y no se utilicen en beneficio de las empresas del país, o que, incluso se pierdan. Suponemos que el gobierno otorga ayudas muy importantes para I+D (equipos, inversiones, proyectos) a una empresa durante una serie de años y poco después, esta empresa es comprada por una multinacional que cierra el departamento de I+D y se lleva equipos y científicos a su central, que está en otro país. ¿Tiene el Estado mecanismos de protección contra esto? ¿No debería existir alguna legislación para protegerse contra estas situaciones?

Las ayudas, los sectores y los tipos de empresas

No hay que olvidar el riesgo de que la intervención pública acabe teniendo un sesgo hacia determinados grupos que han realizado una mayor presión pero que quizás no son los destinatarios realmente preferentes de un determinado plan de apoyo. Además, las ayudas penalizan a las pymes en la medida que las grandes empresas pueden hacer frente a los elevados costes de transacción burocrática que comporta el sistema de ayudas. Cuanto más centralizado es el sistema de subvenciones más se favorecen las grandes estructuras. El fenómeno de la regionalización ha querido combatir este problema y, hoy en día, al menos en España, las empresas con proyectos innovadores han tenido numerosas posibilidades para tener ayudas (regionales, nacionales, europeos...). El problema sigue siendo sí, finalmente, el itinerario burocrático requerido acaba siendo compensado por el hecho de obtener una ayuda o no. En cualquier caso, en Cataluña, los mecanismos alternativos, como por ejemplo, sociedades de garantía recíproca o asociaciones de investigación que contribuyesen a disminuir este problema no han conseguido volúmenes significativos de actividad.

Los conflictos inevitables

Las ayudas financieras a la I+D y a la innovación son fuente de conflicto. Si las ayudas dan apoyo a ventajas competitivas, el peligro es que la intervención genere represalias. El caso de SEAT es ilustrativo de la problemática relacionada en lo que a acusaciones de alterar la libre competencia se refiere. El gobierno estatal y el de Cataluña se comprometen a unas ayudas de 38.000 millones de pesetas durante el 1995 para ayudar SEAT a superar una situación en la que la dirección del grupo VW amenaza con cerrar plantas productivas. Las ayudas concedidas se hacen en actividades de "desarrollo de productos, e I+D" y otros conceptos parecidos. Se trata de tener una etiqueta que evite el bloqueo

por parte de la Unión Europea de unas ayudas que, por su magnitud, constituyen un claro agravio comparativo para el resto del sector del automóvil. El debate entre los EUA y la Unión Europea sobre las ayudas a la industria aeronáutica es un caso paradigmático de este tema. En los últimos años, la guerra dialéctica entre el gobierno americano y la Unión Europea se ha intensificado. Los Estados Unidos acusan a los europeos de dar unas ayudas desmesuradas a la industria aeronáutica (AIRBUS), que dejan en inferioridad de condiciones a las empresas americanas. La pérdida de cuota de mercado de las empresas americanas y el crecimiento exponencial de los costes de desarrollo de cada nuevo modelo subyacen en el fondo del conflicto. Hay que pensar que un avión como el Boeing 747 tenía unos costes de desarrollo de 1.200 millones de dólares. Mientras los europeos otorgan créditos o subvenciones para el desarrollo de nuevos modelos, los Estados Unidos han utilizado, históricamente, el recurso de los programas de defensa. Se financian aviones de defensa que comportan desarrollos tecnológicos que después se trasladaran a los modelos de aviones civiles. El tema fue objeto, entre otros, de un acuerdo bilateral en 1992, fue tratado en el marco del GATT, negociado en 1993 y está lejos de ser un tema cerrado. La reducción de los presupuestos de defensa de los Estados Unidos y un cierto reconocimiento "explícito" por parte del gobierno americano de la necesidad de una política tecnológica han cambiado al menos las coordenadas del sistema de referencia desde el cual se discutía tradicionalmente el problema.

13 Los programas tecnológicos internacionales

13.1 La política comunitaria de I+D¹

La Comunidad Europea ha ido consolidando en los últimos años una política de I+D propia, con peso específico dentro de las actividades de la Comunidad y con relevancia estratégica para los distintos agentes económicos y científicos relacionados con el apoyo y la ejecución de investigación.

El inicio de la actividad investigadora en la Europa comunitaria se sitúa treinta años atrás en el marco de la CECA, que empezó realizando I+D relacionada con el carbón y el acero. A esta actividad de I+D se añadirá I+D en el campo nuclear a partir del Tratado de la Comunidad Europea de la energía atómica. Durante muchos años la investigación de la Comunidad Europea se limitó a estos campos. A pesar que sólo se trataba de áreas científicas y tecnológicas muy concretas, estas actividades sirvieron para ir consolidando una comunidad europea de la investigación fundamental y han posibilitado en cierta manera la configuración de las bases de lo que conocemos hoy en día como "Europa de la tecnología".

Un paso importante para la consolidación de esta Europa de la tecnología lo constituye el cambio experimentado desde 1984: la política de I+D se amplía hacia otras disciplinas y se dota de niveles de financiación mucho más importantes y de estructuras de coordinación para las distintas actividades. La puesta en marcha del primer Programa Marco aquel mismo 1984 marca un punto de inflexión en la tendencia. Más adelante, en 1987, el Acta Única reconoce explícitamente, por primera vez, las actividades de I+D dentro del campo de aplicación del Tratado de la Comunidad Económica Europea. El Acta establece la aprobación por unanimidad del programa plurianual de I+D y la aprobación por mayoría de los distintos programas específicos. El objetivo general está claramente definido: "Reforzar las bases científicas y tecnológicas de la industria europea y favorecer el desarrollo de su competitividad internacional".

1 A lo largo de este capítulo utilizaremos en algunos casos indistintamente los términos Comunidad Europea y Unión Europea. El fuerte arraigamiento de la primera denominación y el hecho que nos referimos en algunos casos a aspectos históricos hacen que optemos en alguna ocasión por la denominación histórica que desapareció formalmente a partir de 1993. Esperamos no crear confusión en el lector.

Indiscutiblemente los programas y actuaciones de esta última década son pasos importantes para el fortalecimiento y la potenciación de la Europa de la ciencia y la tecnología. El número de solicitudes que se presentan en las convocatorias de los programas supera siempre las previsiones. El interés por una Europa de la ciencia y la tecnología se pone de manifiesto en todo tipo de instituciones y organismos públicos o privados. Lo que está en juego es la supervivencia de la autonomía tecnológica e industrial de los países de la Comunidad.

Se reconoce, pues, la importancia de promover la ciencia y la tecnología como elementos fundamentales para reforzar el sector productivo europeo en el marco de la competencia mundial. De hecho, este gran objetivo se argumenta generalmente en tres frentes:

- Las actividades de I+D de gran dimensión (por ejemplo la fusión nuclear). Se trata de actividades que, por sus características, los costes y su distancia al mercado, no pueden ser llevadas a cabo por un solo país.
- El desarrollo conjunto de I+D de carácter estratégico que permite ganar tiempo, reducir costes y/o evitar la duplicación de trabajos.
- Las actividades de I+D especialmente orientadas hacia la unidad de Europa. Actividades en relación con el reequilibrio territorial, con la cohesión europea o con el desarrollo de normas y estándares conjuntos.

Es aceptado que en la puesta en marcha de los denominados *programas marco*, el papel jugado por el sector de la electrónica en los inicios de los años ochenta fue decisivo. De hecho, el programa pionero, ESPRIT, fue lanzado con la clara intención de intentar hacer frente a los programas de investigación cooperativa que el Japón había puesto en marcha en los años setenta, y que lo acabaron convirtiendo en el líder indiscutible del sector en la mitad de los años ochenta.

En la ejecución de los programas marco siempre se vigila especialmente el hecho de que no sean vulneradas las reglas de la libre competencia económica y al que no se interfiera con ámbitos de competencia de los países miembros. Esto se refleja en tres términos que, hoy en día, son representativos de los esfuerzos de los responsables de la Comisión Europea por evitar en la medida de lo posible la creación de agravios: *políticas horizontales*, *investigación precompetitiva* (ver capítulo 12) y *principio de subsidiariedad*.

Con el término *políticas horizontales* nos referimos al hecho que los distintos programas de ayudas afectan preferentemente a actividades de I+D y a tecnologías con un potencial de aplicación en muchos sectores muy diversos. Áreas como la biotecnología, las tecnologías de la información o las tecnologías agroindustriales ilustran bien esta idea.

La problemática de la *precompetitividad* no está demasiado lejos de la de las políticas. Se trata de un término utilizado para designar un tipo de investigación especialmente útil para la industria pero accesible a todo el mundo. Con frecuencia también es la manera de enfatizar que se trata de investigación que está suficientemente lejos del mercado como para no recibir acusaciones de "intervencionismo" excesivo por parte de otros países. En el capítulo anterior ya se han comentado los problemas asociados a esta definición.

Finalmente, el *principio de la subsidiariedad* sirve para remarcar que los programas comunitarios no pueden substituir las actuaciones nacionales. Los responsables y administradores de la Comisión Europea recuperan un concepto, introducido, en el siglo pasado, de la enseñanza social de la iglesia católica y lo convierten en un elemento central de su doctrina: dentro de una organización, una actividad ha de ser realizada en aquel nivel donde pueda ser ejecutada de la manera más eficiente. Dicho en términos de la I+D: los programas comunitarios sólo tienen sentido y, por tanto, se pueden poner en marcha, si pueden permitir la consecución de objetivos que se sitúen fuera del alcance de los gobiernos nacionales. En el caso de la I+D esto se cumple si la dimensión de los proyectos sobrepasa los recursos de un solo país, si la complementariedad entre países tiene un valor añadido real, o si la investigación contribuye a la realización del mercado común (estándares, normas) o a la unificación del espacio científico y técnico europeo (Callon y Laredo, 1993).

Además de las actividades de apoyo a proyectos de I+D, hay que destacar el protagonismo adquirido, en los últimos años, por las actividades de apoyo a la transferencia de tecnología de SPRINT y las de apoyo en la difusión de resultados de investigación de VALUE o los programas de movilización de recursos humanos. En esta dirección, la reciente publicación del *Libro verde de la innovación* (1995) ha puesto de manifiesto la creciente importancia que se otorga al hecho de dar apoyo no sólo a I+D sino a la innovación. Situando sus políticas, o al menos, su horizonte, en la innovación la Comunidad, no hace sino seguir la corriente que imponen las evidencias internacionales sobre la competitividad.

El *Libro verde* destaca, entre otros temas, los esfuerzos hechos por Europa y sus regiones por no quedar atrás respecto a los países competidores a nivel mundial. Entre las medidas adoptadas, o que han recibido apoyo, por parte de la Comunidad respecto al entorno de la innovación el *Libro verde* destaca a su vez, por ejemplo:

- las simplificaciones de los trámites que afectan a las pymes que quieran participar en programas europeos
- la creación del Instituto de Prospectiva Tecnológica de la Comunidad de Sevilla
- el apoyo a las asociaciones universidad/empresa en temas de formación (programa Leonardo, por ejemplo)
- la potenciación de las relaciones universidad/empresa en lo que respecta a transferir tecnologías
- el apoyo a la sociedad de la información, especialmente en lo que se refiere a la creación de redes de infraestructura
- el énfasis puesto en los programas de difusión y valorización de tecnologías
- el apoyo a las regiones que racionalicen o mejoren las infraestructuras de apoyo a las pyme
- los programas Sócrates y Leonardo y el papel que pueden jugar en la mejora de la calidad de la enseñanza y la movilidad de los estudiantes
- la política de armonización, adaptación y promoción de la propiedad intelectual e industrial en las pymes

Se trata de medidas y actividades de la Comunidad que no son de apoyo directo en la I+D pero que, en cambio, tienen o pueden tener un impacto a medio o largo plazo en la mejora de la capacidad innovadora de las empresas europeas.

La importancia que van tomando estas medidas plantean (Callon y Laredo, 1993) una cuestión capital: la de la conveniencia o no de ir pasando de la Europa de la ciencia a la Europa de las redes tecnológicas (nos hemos referido a ello en el capítulo 12). En este contexto una política científica orientada a la valorización económica y social de los resultados de investigación debería ser un componente más de una política general de innovación. La presión por concretar en innovaciones los resultados de investigación debería de contribuir a dar un giro decisivo a la orientación de las políticas, giro que, de hecho, ya se está produciendo en cierta manera, tal como se ha comentado en el capítulo precedente.

13.2 Los programas europeos

13.2.1 El programa marco y las áreas priorizadas

El instrumento central de la política de I+D es el programa marco de I+D, que tiene un carácter plurianual. El programa vigente en el momento de redactar este libro es el IV Programa Marco (1994-1998). Un programa marco determina "los objetivos científicos y técnicos, define las prioridades, indica las líneas de acción previstas, fija las cantidades que se consideren necesarias y las modalidades de la participación financiera de la Comunidad en el conjunto del programa, como también la repartición de estas cantidades entre las distintas acciones previstas" (art. 130, del Acta Única)

El procedimiento tiene dos etapas claramente diferenciadas. En una primera etapa se determinan los objetivos científicos y técnicos del programa, se definen unas líneas prioritarias, se asignan unas cantidades para las líneas y se fijan las modalidades de la participación financiera de la Comunidad. Una vez se ha adoptado el programa marco (en el consejo de ministros y por unanimidad), se ponen en marcha los distintos programas específicos. Los programas específicos pueden ser aprobados por mayoría calificada; en este caso, el Parlamento Europeo puede intervenir y opinar sobre su contenido mediante el procedimiento de la codecisión implantado a partir del Tratado de Maastricht.

Las áreas priorizadas

En la tabla 13.1 se presentan las grandes áreas del IV programa marco. Dentro de estas grandes áreas se ubican los distintos programas, las siglas y acrónimos de los cuales estamos habituados a sentir: ESPRIT, BRITE, MAST, FAIR, etc. Los presupuestos totales de los cuatro han sido los siguientes (en millones de ECU): 3.750 (I PM), 5.400 (IIPM), 5700 (IIIPM) y 12.300 (IV PM). La diferencia entre el tercero y el cuarto presupuesto se explica por el hecho que las actividades de apoyo a la innovación, a la difusión y a la movilidad a que nos hemos referido anteriormente han pasado a formar parte de los programas marco a partir de este IV programa, el cual incluye la dotación presupuestaria correspondiente a estas actividades.

Los programas relacionados con las tecnologías de la información tuvieron un fuerte protagonismo en los primeros programas marco por la importancia estratégica evidente (representaban entre el 25 y el 30 % de los programas). Actualmente, siguen siendo el área líder, pero son el 15,7% del presupuesto, y van seguidos de muy de cerca por las tecnologías industriales y de materiales con un 13,8%.

13.2.2 Los tipos de acciones

A grandes rasgos existen tres grandes tipos de acciones: las acciones propias, las acciones a costes compartidos y las acciones de coordinación.

Acciones propias. Actividades de I+D del programa marco que la Comunidad ejecuta directamente en alguno de sus centros propios. Los centros propios de la Unión Europea se agrupan en el Centro Común de Investigación (CCI). En el IV Programa Marco la cantidad destinada al CCI es de 900 millones de ECU, de los cuales destacan dos grandes partidas: medio ambiente y clima (294 MECU) y seguridad de la fisión nuclear (254 MECU).

Acciones de coordinación. También denominadas acciones concertadas. De acuerdo con lo que prevé el artículo 130H, la acción de la Unión Europea se sitúa también en el campo de la coordinación de las políticas nacionales de I+D. El intercambio de información entre equipos de investigación, la organización de seminarios y el intercambio de investigadores se situarían en este grupo de actuaciones de apoyo.

Tabla 13.1 Las grandes áreas del IV Programa Marco de I+D de la Comunidad Europea

<i>Actividad 1. Tecnologías de la información</i>
<i>Telemática</i>
<i>Tecnologías de comunicación</i>
<i>Tecnologías industriales y de los materiales</i>
<i>Normas, medidas y ensayos</i>
<i>Medio ambiente y clima</i>
<i>Ciencias y tecnologías marinas</i>
<i>Biotechnologías</i>
<i>Biomedicina y salud</i>
<i>Agricultura y piscicultura</i>
<i>Energía no nuclear</i>
<i>Seguridad de la fisión nuclear</i>
<i>Fusión termonuclear controlada</i>
<i>Transporte</i>
<i>Investigación socioeconómica orientada</i>
 <i>Actividad 2. Cooperación internacional</i>
 <i>Actividad 3. Disseminación y explotación de resultados</i>
 <i>Actividad 4. Formación y movilidad de los investigadores</i>

Acciones a costes compartidos. La mayor parte del presupuesto de un programa se destina a este tipo de acciones. La Comunidad aporta financiación a los proyectos seleccionados entre los presentados por empresas y centros de investigación. Esta financiación en forma de subvención puede llegar a ser del 100% si se trata de universidades y se sitúa alrededor del 50% para las empresas participantes en un proyecto aprobado.

Las acciones en costes compartidos se han ido consolidando en los últimos diez años como un apoyo significativo para las actividades de I+D de nivel de las empresas de los distintos países. El volumen de proyectos que se presentan a cada convocatoria crece continuamente. Los distintos países promueven fuertemente la participación de sus empresas y organizaciones de investigación en estos tipos de proyectos transnacionales, en los cuales se sitúa cada vez más el volumen más importante de fondos de financiación en la I+D. A continuación se detallan las características de este tipo de acciones.

13.2.3 La mecánica de funcionamiento de las convocatorias y el proceso de selección

Dentro del período de cuatro o cinco años que dura un programa existen diversas convocatorias de presentación de proyectos. Antes de la aparición de la convocatoria concreta, se suele publicar el programa en el *Diario Oficial de la Comunidad*. El programa concreta las actividades y líneas de investigación a las cuales la Comisión Europea está dispuesta a dar apoyo durante los próximos cuatro años. La aparición del contenido del programa permite que las empresas y organizaciones interesadas puedan comenzar la preparación de los proyectos: buscar los socios, fijar las condiciones de participación de cada equipo, ir preparando el dossier, etc. Cuando se publica la convocatoria existe un período de unos pocos meses, cuatro o cinco, para presentar el dossier. Por tanto, es recomendable que el proyecto ya esté al menos preelaborado. La figura 13.1 muestra esta secuencia.

Dentro de un contrato existen distintas figuras: líder (o coordinador) del proyecto, *partner*, usuario,... Cada una de las figuras tiene unas características concretas por lo que respecta a la modalidad de participación y al grado de implicación en el proyecto.

Si un proyecto es aprobado, tendrá que firmarse un contrato (cuadro 13.1). Después de la firma se recibe un anticipo; los pagos restantes se realizarán en función de los informes intermedios que se vayan librando a lo largo de la duración del proyecto (previsiblemente dos o tres años). Los proyectos son evaluados por expertos anónimos. Existen, no obstante, criterios no únicamente científicos que pueden pesar en la selección. Dos de ellos son especialmente significativos:

- la participación de una pequeña o mediana empresa en el proyecto
- la participación de alguna organización o empresa perteneciente a una región clasificada como "menos desarrollada".

En lo que se refiere a este segundo punto, hay que recordar que la Comunidad de cara a la asignación de fondos estructurales, clasifica las regiones por "objetivos". Los cinco grupos son los siguientes: objetivo 1 (zonas menos desarrolladas), objetivo 2 (regiones en declive industrial y problemas de reconversión), objetivo 3 (desempleo de larga duración y necesidades de integración profesional de los jóvenes), objetivo 4 (necesidad de adaptación a las mutaciones industriales) y objetivo 5 (adaptación y modernización de estructuras agrarias y de pesca).

El criterio del retorno también puede influir. Así, si un país participa con un 7% en el presupuesto comunitario, se procurará que el dinero que reciban las empresas u organizaciones de aquel país dentro

de un determinado programa se acerquen a esta cantidad.

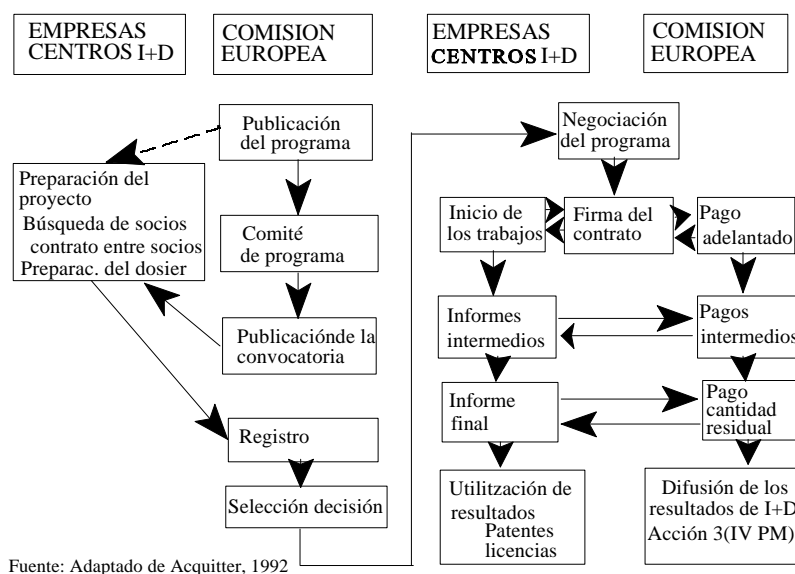


Fig. 13.1 El proceso de selección y ejecución de un proyecto europeo de I+D dentro del Programa Marco

13.2.4 El apoyo a las pymes: el caso de CRAFT

La preocupación de la Comisión Europea por incorporar pymes en los programas ha ido en aumento. Después de algunas acciones piloto dentro de programa Brite Euram, en el período 1991-1994, a partir del IV Programa Marco se han ido extendiendo medidas de apoyo en la mayoría de programas. El *libro verde de la innovación* de la Comisión Europea (1995) los resume en los siguientes bloques:

- El procedimiento para preparar y evaluar propuestas se estructura en dos etapas. Existe una etapa "preliminar" de valoración. Las empresas que son seleccionadas reciben una ayuda para cubrir los costes de preparar el proyecto para la convocatoria y encontrar los *partners* que todavía estén pendientes de localización.
- Los proyectos CRAFT de investigación en cooperación, en los cuales se da apoyo a grupos de pymes que se pongan de acuerdo para encargar la realización de un determinado proyecto de I+D de interés para todas ellas a una organización externa (normalmente un centro de investigación). En el IV Programa Marco las convocatorias CRAFT no tienen plazo, están abiertas permanentemente.

- La constitución de una red de intermediarios (red CRAFT) para informar y dar apoyo a las pymes en los ámbitos nacional, regional y local.

Cuadro 13.1 El contrato simplificado de investigación del IV Programa Marco

Un proyecto de investigación a costes compartidos requiere que se firme un contrato entre la Comisión y la organización ejecutora. En el IV Programa Marco se ha simplificado el modelo de contrato de manera que sea más sencillo, sobre todo para las pequeñas y medianas empresas. El contrato se ocupa de los temas siguientes

Administración

- Compromiso del coordinador de hacer de enlace entre los *partners* y la Comisión Europea
- Presentación de los informes anuales
- Puesta en marcha de un plan para la explotación de los resultados
- Referencia al apoyo recibido por la Comunidad en cualquier comunicación con terceros

Aspectos financieros

- Aportación económica de la Comunidad (en ecus)
- Distribución de la aportación económica en el tiempo (incluido el anticipo de pago de cerca del 30%)
- Llevar a cabo la contabilidad del proyecto y presentarla al personal de la Comisión
- Reembolso por parte de la Comisión del IVA de las facturas superiores a 2.500 Ecu

Propiedad intelectual

Las organizaciones que ejecutan la investigación

- tienen los derechos de propiedad intelectual de los resultados de investigación obtenidos del proyecto (patentes, *copyright*, etc.)
- están obligadas, antes de que se acabe el proyecto, a preparar un plan de "difusión tecnológica y explotación de resultados"
- pueden usar libremente los resultados de la investigación sin tener que pagar ningún tipo de *royalty*. Si existen implicaciones comerciales pueden denegar a terceros el acceso a los resultados de investigación
- han de publicar los resultados de manera que otras organizaciones o agentes económicos puedan solicitar licencias de la tecnología desarrollada. Si las organizaciones ejecutoras no están en condiciones de explotar ellas mismas los resultados, pueden otorgar licencias a terceros

Fuente: *Libro verde de la innovación*. Comisión Europea, 1995

13.2.5 El apoyo a la difusión de los resultados. La actividad 3 del IV Programa Marco

El IV Programa Marco incorpora las actividades relacionadas con la difusión y optimización de los resultados de I+D. Los objetivos de esta acción de apoyo son:

- asegurar una difusión lo más amplia posible de los resultados de investigación
- facilitar la transformación de resultados de investigación en innovaciones
- dar apoyo a iniciativas nacionales o regionales de estos temas para darles una dimensión comunitaria.

El programa tiene tres grandes bloques: el de difusión y explotación de resultados, el de difusión de tecnologías en empresas y el que se ocupa del entorno financiero de las tecnologías. En el primer grupo destaca la red de centros de enlace (VALUE). La Comunidad ha ido poniendo en marcha una red de oficinas en los distintos países miembros para potenciar las actividades de difusión y valorización.

En general, se da un apoyo financiero a las iniciativas de hasta el 50% del proyecto. En el caso de medidas de acompañamiento, como son la realización de estudios, se llega al 100%. Este tipo de programas cuentan con una participación e implicación muy elevada de organizaciones y agentes intermediarios en la transferencia de tecnología: agencias de desarrollo regional, *brokers* tecnológicos, unidades de enlace universidad/empresa, etc.

13.3 Otras iniciativas internacionales

Existen otras iniciativas internacionales relacionadas con la cooperación entre empresas y/u organizaciones de investigación para realizar proyectos. Entre las distintas iniciativas existentes, a continuación comentaremos tres de ellas: las acciones COST, La Agencia Espacial Europea y el programa Eureka.

Las acciones COST

Promovidas por la Comisión Europea, fueron creadas en 1971 y están abiertas a la mayoría de los países de Europa (no únicamente a los de la Unión Europea). Juegan un papel de apoyo. Su nombre hace referencia a "cooperaciones científicas y técnicas" y los proyectos se sitúan en áreas donde todos los países puedan tener interés: meteorología, transportes, telecomunicación, etc. En este sentido, su vinculación con los estados y los centros públicos de investigación es importante.

La Agencia Espacial Europea

Esta organización subcontrata a empresas de sus países miembros los componentes necesarios para el desarrollo de los satélites y los proyectos espaciales que desarrolla. Se intenta que el retorno en contratos sea similar a las cuotas pagadas por los países socios.

Eureka

Finalmente es importante comentar el caso del programa Eureka, dado que constituye un esfuerzo significativo para promover el salto desde la investigación básica y la investigación aplicada hacia el lanzamiento real de productos en el mercado. *A priori*, Eureka da apoyo a proyectos mucho más

cercanos al mercado en comparación con el Programa Marco.

Eureka nace en 1985 como una respuesta a la fuerte competencia del Japón y de los Estados Unidos, especialmente activa en aquel momento con la "guerra de las galaxias". Eureka no depende directamente de la Comunidad Europea sino que recibe el apoyo de la mayoría de países de Europa (no sólo comunitarios) y se basa en lo que puede denominarse la adjudicación de "la etiqueta Eureka". Se trata en definitiva de una manera de reconocer la relevancia de un determinado proyecto para la competitividad de las empresas europeas.

Las conferencias Eureka están formadas por los ministros de industria o tecnología de los países miembros del programa. Estas conferencias examinan proyectos de I+D en cooperación donde participen empresas u organizaciones de investigación de, como mínimo, dos países distintos. El hecho de que un proyecto reciba la calificación de "proyecto Eureka" presupone que los gobiernos se comprometen a aportar apoyo financiero a las empresas de sus países. Normalmente se suele proporcionar garantía vía créditos de cerca del 50% de los costes.

Las áreas científicas de Eureka son nueve: biotecnología, comunicaciones, energía, medio ambiente, tecnologías de la información medio ambiente, tecnologías de la información, láser, materiales, robótica y transportes. Actualmente se ha dado apoyo a más de un millar de proyectos.

Cuadro 13.3. Un proyecto Eureka: SPEEDRAIL

El espacio entre dos secciones de hormigón en un puente varía en función de la temperatura y de otros factores. Los raíles continuos de los trenes modernos de altas velocidades necesitan juntas de dilatación con capacidad para compensar estas variaciones.

Dentro de Eureka, las empresas del proyecto SPEEDRAIL han desarrollado conjuntamente una junta, basada en un sistema mecánico, capaz de resolver este problema. Los socios eran empresas de ingeniería provenientes de tres países: Ballast Nedam (Países Bajos), Hoejgaard OG Schultz (Dinamarca) y Skansa Väst (Suecia). Se trata de empresas punteras en Europa en temas de construcción, cimentación, vías de tren y construcción de puentes. En conjunto estas complementariedades eran imprescindibles para llevar a cabo el proyecto.

Según el coordinador del proyecto (E. Tegekberg de Ballast Nedam): "Nos obligamos a descartar los sistemas electrónicos y los hidráulicos por razones de mantenimiento y seguridad; la solución mecánica es mucho más segura. Este mecanismo permite que los puentes para trenes de alta velocidad sean más suaves y seguros para el usuario y más baratos de construir, ya que una junta SPEEDRAIL sustituye a dos de las antiguas... y esto nos proporciona una ventaja competitiva. En algunos casos en que hemos perdido un contrato para hacer un puente o un determinado tramo de vía, nos han solicitado, a continuación, la subcontratación de nuestro *know-how* sobre juntas de dilatación".

Fuente: A partir de Eureka News. Enero del 1996

Bibliografia

1 La inovación

ABERNATHY, William i CLARK, Kim (1985), "Innovation: Mapping the winds of creative destruction", *Research Policy* nº 14.

ACS, Zoltan J. y AUDRETSCH, David B. (1988), "Innovation in Large and Small Firms: An Empirical Analysis", *The American Economic Review*, setembre.

BARNET, Alex (1997), "Profetas con fundamento". *La Vanguardia* 7.1.97, Barcelona

BARREYRE, P. (1975), "Stratégie d'innovation dans les moyennes et petites industries", *Hommes et Techniques*, Paris.

BLASCO FONT DE RUBINAT, Jaume, "Los artefactos y sus proyectos", *Escola d'Enginyers Industrials de Barcelona*, Universitat Politècnica de Catalunya.

CADENA, Gustavo, CASTAÑOS, Arturo, MACHADO, Fernando, SOLLEIRO, José Luis, WAISSBLUTH, Mario (1986), "Administración de proyectos de innovación tecnológica", Ediciones Gernika, Mèxic.

CARRION, Ignacio (1995), "El relojero feliz", *El País* semanal.

CHESNAIS, François (1986), "Science, technologie et compétitivité", *STI Revue* nº 1, Paris.

CORREO DE LA INNOVACION (1997), "Los desafíos de la innovación en Chile", Año 1, nov. 1996-enero 1997, Santiago, Chile

DANKBAAR, B. (1993), "Overall strategic review", *Projecte SAST* núm. 8 (Research and Technology Management in Enterprises: Issues for Community Policy), EUR-15426, Brussel·les/Luxemburg, Comissió de les Comunitats Europees.

DRUCKER, Peter F. (1986), "La disciplina de la innovación", *Harvard Deusto Business review*.

DRUCKER, Peter F. (1986), "La innovación y el empresario innovador", Edhasa, Barcelona.

DRUCKER, Peter F. (1990), "Gestión de la Tecnología", Discurs a la cerimònia d'investidura com a Doctor Honoris Causa per la Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona 22 de maig.

ESCORSA, Pere, SOLE, Francesc (1988), "La innovació tecnològica a Catalunya", *Fundació Jaume Bofill*, Ed. La Magrana, Barcelona.

ESCORSA, Pere, VALLS, Jaume (1992), "La recerca y la tecnologia", *Quaderns de Competitivitat*, Departament d'Indústria y Energía, Generalitat de Catalunya, Barcelona.

FERNANDEZ, Esteban y BELLO, Laurentino (1985), "Gestión de la Innovación", CDTI y Consejería de Industria y Comercio del Principado de Asturias, Oviedo.

FERNANDEZ, Esteban (1996), "Innovación, tecnología y alianzas estratégicas", Civitas, Madrid.

FOSTER, Richard (1986), "Innovation. The attacker's advantage", *Summit Books*, Nova York. Existeix traducció castellana (Folio, 1987).

GILLE, B. (1978), "Histoire des techniques", *La Pleiade-Gallimard*, Paris.

GEE, Sherman (1981), "Technology transfer, Innovation & International Competitiveness", *Wiley&Sons*, Nova York.

GRUBER, William y MARQUIS, Donald (1969), "Factors in the transfer of Technology", *MIT Press*, Cambridge.

HAMEL, Gary, PRAHALAD, C.K. (1994), "Competing for the Future", *Harvard Business School Press*.

IMAI, Masaaki (1992), "Kaizen. La clave de la ventaja

competitiva japonesa", CECSA, Méxic.

KLINE, Stephen J. (1985), "Innovation is not a linear process", Research Management, juliol-agost.

KLINE, Stephen J. y ROSENBERG, Nathan (1986), "An Overview of Innovation", capítol del llibre de LANDAU y ROSENBERG (editors) "The Positive Sum Strategy", National Academy Press, Washington.

LARUE DE TOURNEMINE, Régis (1991), "Stratégies technologiques et processus d'innovation", Les éditions d'organisation, Paris.

MARQUIS, Donald (1969), "The Anatomy of Successful Innovations", Innovation, vol.1, n° 7, novembre.

MORBAY, Graham (1989), "R&D Expenditures and Profit Growth", Research Technology Management, maig-juny.

MORBAY, Graham y REITHNER, Robert (1990), "How R&D affects sales growth, productivity and profitability", Research Technology Management, maig-juny.

MORIN, Jacques (1985), "L'excellence technologique", Editions Jean Picollec, Publi-Union, Paris.

MYERS, Sumner y MARQUIS, Donald (1969), "Successful Commercial Innovations", National Science Foundation, Washington.

OCDE (1981), "Manual de Frascati", Paris.

OCDE (1992), "Manuel d'Oslo. Principes directeurs proposés par l'OCDE pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique", Paris.

PAVON, Julián y GOODMAN, Richard (1981), "Proyecto MODELTEC. La planificación del desarrollo tecnológico", CDTI-CSIC, Madrid.

PIATIER, A. (1987), "Les innovations transsectorielles et la transformation des entreprises", Conferència sobre les Regions, la Innovació y la Tecnologia, ESADE, Barcelona.

ROBERTS, Edward (coordinador) (1987), "Generating Technological Innovation", Oxford University Press, Nova York.

ROSEGGER, Gerhard (1980), "The Economics of Production and Innovation", Pergamon press, Oxford.

ROSENBERG, Nathan (1979), "Tecnología y Economía", Gustavo Gili, Barcelona.

RUIZ, Manuel y MANDADO, Enrique (1989), "La innovación tecnológica y su gestión", Marcombo, Barcelona.

SCHMOOKLER, J. (1966), "Invention and Economic Growth", Harvard University Press, Cambridge.

SCHUMPETER, Joseph A. (1934), "The Theory of Economic Development", Harvard University Press (Existeix traducció castellana a Fondo de Cultura Económica, Mèxic)

SCHUMPETER, Joseph A. (1939), "Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process", McGraw Hill, Nova York.

SIERRA, Fermín de la (1981), "Estrategia de la innovación tecnológica", Escuela de Ingenieros Industriales de Madrid.

TARONDEAU, Jean Claude (1994), "Recherche et développement", Vuibert, París

UTTERBACK, James M. (1969), "The process of innovation in instrument firm", Sloan School of Management, MIT, Cambridge.

UTTERBACK, James M. (1971a), "The Process of Technological Innovation within the firm", Academy of Management Journal, març.

UTTERBACK, James M. (1971b), "The process of Innovation: A Study of the Origination and Development of Ideas for New Scientific Instruments", IEEE Transactions on Engineering Management, vol. EM-18, n°4, novembre.

VASSEROT, Jean-Yves (1987), "Le comportement en matière d'innovation des entreprises de l'Arc Jurassien", IRER, Université de Neuchâtel, Col.loqui de La Chaux-de-Fonds.

VEGARA, Josep M^a (1990), "Les bases conceptuels de la Innovació tecnològica", Quaderns de Tecnologia n°1, Barcelona.

2 Estrategia empresarial y estrategia tecnológica

ARTHUR D. LITTLE (1981), "The Strategic Management of Technology", Cambridge, Massachusetts.

BOSTON CONSULTING GROUP (1982), "Les mécanismes fondamentaux de la compétitivité", Editions Hommes et Techniques, Boulogne-Billancourt, França.

BRANSCOMB, Lewis, KODAMA, Fumio (1993), "Japanese Innovation Strategy", Center for Science and International Affairs, Harvard University.

DURAND, Thomas y GONNARD, T. (1986), "Strategies et ruptures technologiques: le cas de l'industrie de l'insuline", Revue Française de Gestion, novembre-décembre, Paris.

DURAND, Thomas (1988), "Management de la Technologie: de la théorie a la pratique", Revue Française de Gestion, novembre-décembre, Paris.

DURAND, Thomas (1988), "Management stratégique de la technologie: dix enseignements", Futuribles, Paris.

ESCORSA, Pere (coordinador) (1990), "La gestión de la empresa de alta tecnología", Ariel, Barcelona.

ESCORSA, Pere y DE LA PUERTA, Enrique (1991), "La estrategia tecnológica de la empresa: una visión de conjunto", Economía Industrial nº 281, setiembre-octubre, Madrid.

FREEMAN, Christopher (1975), "la teoría económica de la innovación industrial", Alianza Universidad, Madrid.

G.E.S.T. (Groupe d'Etudes des Stratégies Technologiques) (1986), "Grappes technologiques. Les nouvelles stratégies d'entreprise", McGraw Hill, Paris.

GIGET, M. (1984), "Les bonzais de l'industrie japonaise", CPE (Centre de prospective et d'évaluation), Estudi nº 40, Paris.

HAMEL, Gary, PRAHALAD, C.K. (1994), "Competing for the Future", Harvard Business School Press, Boston.

MATTHEWS, William H. (1990), "Conceptual framework for integrating technology into business strategy", Proceedings of the First International Forum on Technology Management, Inderscience Enterprises Limited, gran Bretanya.

MORCILLO, Patricio (1991), "La dimensión estratégica de la tecnología", Ariel, Barcelona.

PRAHALAD, C.K., HAMEL, Gary (1991), "La organización por unidades estratégicas de negocio ya no sirve", Harvard-Deusto Business Review, primer trimestre.

PRAHALAD, C.K. y HAMEL, Gary (1996), "La estrategia como objeto de estudio ¿por qué buscar un nuevo paradigma?", Harvard Deusto Business Review, nº 75, nov.-dic.

ROBERTS, Edward (1995), "Benchmarking the Strategic Management of Technology", Research Technology Management", en.-feb., marzo-abril.

SAREN, Michael (1990), "Determinants, Processes and Strategies of Technological Innovation: Towards an Interactive Paradigm", capítol del llibre de Loveridge y Pitt (editors) "The strategic management of Technological Innovation", Wiley, Chichester, Gran Bretanya.

STEELE, Lowell (1989), "Managing Technology. The strategic view", McGraw Hill.

VECIANA, Josep (1983), "Política de innovación e inversión", Facultat de Ciències Econòmiques y Empresariales, Universitat Autònoma de Barcelona.

3 Herramientas para la innovación: la vigilancia tecnológica

AMAT, Nuria (1994), "La documentación y sus tecnologías", Pirámide, Madrid.

ASHTON, W. Bradford y KLAVANS, Richard A. (1997) (editores), "Keeping Abreast of Science and Technology. Technical Intelligence for Business", Battelle Press, Columbus, USA.

CALLON, Michel, COURTIAL, Jean-Pierre, PENAN, Hervé (1993), "La Scientométrie", Que sais-je? nº 2727, Presses Universitaires de France, Paris.

CALLON, M., LAW, J. y RIP, A. (1986), "Mapping the Dynamics of Science and Technology", Macmillan, Londres.

CORNELLA, Alfons (1994), "Los recursos de información", McGraw Hill/ESADE, Madrid

COURTIAL, Jean Pierre, SIGOGNEAU, Anne y CALLON, Michel (1997), "Identifying Strategic Sciences and Technologies through Scientometrics", capítulo del libro de Ashton y Klavans, op. cit.

DESVALS, Hélène, DOU, Henri (1992), "La veille technologique", Dunod, Paris

ESCORSA, Pere, MARTINEZ DEL REY, Víctor (1994), "La detección del avance de la tecnología mediante mapas", Boletín de Estudios Económicos nº 152, Deusto, Bilbao

GONZALEZ LOPEZ, Juan Carlos (1995), "Detección de tecnologías incipientes en el campo de la superconductividad a través del análisis bibliométrico", Proyecto de final de carrera, Escuela de Ingenieros Industriales de Terrassa (Universidad Politécnica de Cataluña), Terrassa (Barcelona)

JAKOBIK, François (1991), "Pratique de la veille technologique", Les éditions d'organisation, Paris

MARTINET, Bruno, RIBAUULT, Jean-Michel (1989), "La veille technologique, concurrentielle et commerciale", Les éditions d'organisation, Paris.

MASPONS, Ramon, RAJADELL, Manel (1995), "Evaluación de la investigación: aplicaciones de la cienciometría. El caso de la energía solar en España", comunicación presentada al VI Seminario de la ALTEC, Concepción, Chile.

MENDEZ A., GOMEZ I., SANZ E., AGIS A. (1990), "I+D en los laboratorios farmacéuticos de España", Revista de Farmacología Clínica Española nº 7.

PALOP, Fernando y VICENTE, José Miguel (1994),

"Estructura de la Vigilancia", Master en Gestión de la Ciencia y la Tecnología, Universidad Carlos III de Madrid.

PELC, Karol (1996) "Knowledge mapping: a tool for management of technology", capítulo del libro de GAYNOR, Gerard (editor) "Handbook of Technology Management", McGraw-Hill, Nueva York.

PETERS, H.P.F. y van RAAN, A.F.J. (1993), "Co-word based Science Maps of Chemical Engineering. Part I: Representations by Multidimensional Scaling", Research Policy nº 22.

RAAN, A.F.J. Van (editor) (1988), "Handbook of Quantitative Studies of Science and technology", NorthHolland-Elsevier, Amsterdam.

RODRIGUEZ, Marisela y ESCORSA, Pere (1997), "De la información a la inteligencia tecnológica: un avance estratégico", VII Seminario de la ALTEC (Asociación Latinoamericana de Gestión Tecnológica), La Habana.

ROUACH, Daniel (1996), "La veille technologique et l'intelligence économique", Que sais-je? nº 3086, Presses Universitaires de France, París.

SANCHO, Rosa (1990), "Indicadores bibliométricos utilizados en la Ciencia y la Tecnología. Revisión bibliográfica", Revista Española de Documentación Científica nº 13.

VICENTE, José M. y PALOP, Fernando (1996), "Technology monitoring and industrial diversification: a diversification project of an endogamic monoclonal industrial fabric by disseminating industrial opportunities", International Journal of Technology Management, vol. 12, nº 4.

VINCK, Dominique (coordinador) (1991), "Gestion de la recherche", De Boeck, Bruselas

4 Herramientas para la innovación: la creatividad

BARCELO, Carlos (1984), "¿Es usted lo suficientemente creativo?", Alta Dirección nº 113, Barcelona.

De BONO, Edward (1970), "El pensamiento lateral", Paidós, Barcelona.

De BONO, Edward (1985), "Tácticas. Arte y ciencia del éxito", Plaza&Janés, Barcelona.

De BONO, Edward (1987), "Aprender a pensar", Plaza&Janés, Barcelona.

De BONO, Edward (1988), "Seis sombreros para pensar", Granica, Buenos Aires.

De BONO, Edward (1991), "Seis pares de zapatos para la acción", Paidós, Barcelona.

De BONO, Edward (1994), "El pensamiento creativo", Paidós, Barcelona.

CABANELAS OMIL, (1995), "Diseño e implantación de un servicio de información externo para la dirección estratégica de la empresa", Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

CEGARRA, José (1992), "La formación en creatividad industrial", conferencia a l'Escola d'Enginyers Industrials de Terrassa, Universitat Politècnica de Catalunya, Terrassa.

DEMORY, Bernard (1991), "Técnicas de creatividad", Granica, Buenos Aires.

DIAZ CARRERA, César (1991), "Cambio y creatividad empresarial", ESADE, Programs de Alta Dirección, ESADE, Barcelona.

GARDNER, Martin (1987), "Inspiración ¡ajá!", Labor, Barcelona

GOLDBERG, Philip (1983), "The intuitive edge", Turnstone Press, Regne Unit.

KETS DE VRIES, Manfred (1996), "Leadership for Creativity: Generating Peak Experiences", Working Paper, INSEAD, Fontainebleau.

MAJARO, Simon (1992), "Cómo generar ideas para generar beneficios", Granica, Buenos Aires.

MARINA, José Antonio (1993), "Teoría de la inteligencia creadora", Anagrama, Barcelona.

MINTZBERG, Henry (1993), "La organización innovadora", capítol del llibre de MINTZBERG H. y BRIAN QUINN J. "El proceso estratégico", Prentice Hall, Mèxic.

MUÑOZ MOLINA, Antonio (1995), "Un sueño realizado", El País, 23 d'agost.

Von OECH, Roger (1987), "El despertar de la creatividad", Ediciones Díaz de Santos, Madrid.

PETERS, Tom (1993), "La estrategia sigue a la estructura: el desarrollo de capacidades distintivas", capítol del llibre de MINTBERG H. y BRIAN QUINN J. "El proceso estratégico", Prentice Hall, Mèxic.

RIVEROLA, Josep y MUÑOZ SECA, Beatriz (1996), "Gestión del aprendizaje y creatividad en las operaciones", Harvard Deusto Business Review, nº 71, Deusto, Bilbao.

SMITH, Emily (1985), "Are you creative?", Business Week, 30 setembre.

VAN DER MEER, J.D. (1992), "Innovation Quick Scan", seminari TII, 15 d'octubre, Amsterdam.

WESTCOTT, Malcolm (1968), "Toward a Contemporary Psychology of Intuition", Holt, Rinehard & Winston, Nova York.

5 Herramientas para la innovación: la previsión tecnológica

AMBROSIO, Enrique y DIAZ GONZALEZ, Blanca (1997), "Prospectiva tecnológica: reflexión para la acción.

Teoría y práctica para la construcción de escenarios", VII Seminario de la ALTEC (Asociación Latinoamericana de Gestión Tecnológica), La Habana, Cuba.

BOISANGER, Pierre de (1988), "Réduire l'imprévu à l'imprévisible. Du bon usage des scénarios", Futuribles, març, Paris.

BREINER, S., CUHLS, K., GRUPP, H. (1994), "Technology foresight using a Delphi approach: a Japanese-German cooperation", R&D Management 24.

BRIGHT, James R. (1968), "Technological Forecasting for Industry and Government", Prentice Hall, Englewood Cliffs.

CETRON, Marvin V. (1969), "Technological Forecasting. A Practical Approach", Gordon & Breach.

COATES, Joseph (1994), "Sur les erreurs de prévision", Futuribles, desembre, Paris.

ESCORSA, Pere (1981), "La previsión tecnológica y el desarrollo", capítol del llibre de ESCORSA P. (editor) "El desarrollo industrial en los años 80", Marcombo, Barcelona.

ESCORSA, Pere y MARTIN, Joan (1982), "Previsión tecnológica en el sector farmacéutico", Economía Industrial, desembre, Madrid.

ESCORSA, Pere y SOLE, Francesc (1988), "La innovació tecnològica a Catalunya", Fundació Jaume Bofill/Edicions La Magrana, Barcelona.

GODET, Michel (1989a), "Prospective et stratégie: approches intégrées", Futuribles, novembre, Paris.

GODET, Michel (1989b), "Prospective: Pourquoi? Comment?" Sept idées-clefs", Futuribles, novembre, Paris.

GODET, Michel (1991), "De l'anticipation à l'action", Dunod, Paris.

GORDON, T.J. y HELMER, O. (1964), "Report on a Long-Range Forecasting Study", The Rand Corporation,

Santa Mónica. Traducció francesa al Bulletin SEDEIS, série Futuribles, març 1965. Edició espanyola a càrrec de l'Institut Nacional de Prospectiva.

GRUPP, Hariolf (coordinador) (1993), "Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts", Physica-Verlag, Springer publishers.

GUZMAN CASTAÑOS, Gonzalo (1974), "Estudios de previsión de cambios tecnológicos en España", Instituto Nacional de Racionalización y Normalización, Documentos IRANOR, Madrid.

HEIJDEN, Kees van der, y SCHWARTZ, Peter (1996), "Culture d'entreprise et planification par scénarios: une relation de coévolution", capítol del libro de LESOURNE y STOFFAËS (coordinadores) op.cit.

HENRY, B. (editor) (1991), "Forecasting Technological Innovation", Kluwer, Dordrecht.

HÉRAUD, J.A., MUNIER, F., NANOPOULOS, K. (1997), "Méthode Delphi: une étude de cas sur les technologies du futur", Futuribles, marzo, París.

JANTSCH, Erich (1967), "Technological Forecasting in perspective", OCDE, Paris.

JOUVENEL, Hughes de (1993), "Sur la démarche prospective. Un bref guide méthodologique", Futuribles, setembre, Paris.

JOUVENEL, Hughes de, y ROQUE, Maria Angels (1993), "Catalunya a l'horitzó 2010. Prospektiva mediterrània", Enciclopèdia Catalana, Barcelona.

JULIEN, Pierre-André, LAMONDE, Pierre y LATOUCHE, Daniel (1975), "La méthode des scénarios", La Documentation française, Paris.

LANFORD, H.W. y TWISS, B.C. (1975), "Previsión Tecnológica y planificación a largo plazo", Deusto, Bilbao.

LESOURNE, Jacques y altres (1979), "Interfuturs. Face aux futurs", OCDE, Paris.

LESOURNE, Jacques y STOFFAËS, Christian (1996), "La prospective stratégique d'entreprise. Concepts et études de cas", InterEditions, París.

LENZ, Ralph (1968), "Forecast of Exploding Technologies by Trend Extrapolation", capítol de llibre de Bright (1968), "Technological Forecasting for Industry and Government", Prentice Hall, Englewood Cliffs.

MARTIN, Ben R. (1995), "Foresight in Science and Technology", Technology Analysis & Strategic Management, vol. 7, nº 2.

MAYO, José A. (1986), "Los nuevos profetas", El País 19.2.86, Madrid.

MIGUEL, Enrique de, "Previsión Tecnológica", Escuela de Ingenieros Industriales de Valencia, Valencia.

SCHMEDER, Geneviève (1988), "Prévision technologique, rétrospective critique", Futuribles, setembre, Paris.

SCHWAB, Laurent (1989), "Les prévisions de la Rand", Futuribles, juliol-agost, Paris.

SCHWARTZ, Peter (1993), "La planification stratégique par scénarios", Futuribles, maig, Paris.

SIERRA, Fermín de la, y GUZMAN CASTAÑOS, Gonzalo (1972), "Ensayo de previsión de cambios tecnológicos en España para los próximos veinte años". Instituto Nacional de Racionalización y Normalización, Patronato Juan de la Cierva, Madrid.

6 La gestión de los proyectos de I+D

ALBALA, Americo (1975), "Stage Approach for the Evaluation and Selection of R&D Projects", IEEE Transactions on Engineering Management, novembre. Existeix traducció castellana: "Método por etapas para la evaluación y selección de proyectos de I+D", capítol del llibre de ESCORSA (ed.), "La gestión de la empresa de alta tecnología", Ariel, Barcelona, 1990.

BETZ, Frederick (1987), "Managing Technology", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

CEGARRA, José (1994), "Eficiencia en I+D y en Innovación Tecnológica", Escola d'Enginyers industrials de Terrassa, Universitat Politècnica de Catalunya, Terrassa.

DANILA, Nicolas (1983), "Stratégies technologiques. Méthodes d'évaluation et de sélection des projets de recherche", Fondation nationale pour l'enseignement de la gestion/Institut de management public, Paris.

DANILA, Nicolas (1984), "Méthodes d'évaluation et de sélection des projets de recherche", Revue Française de gestion, gener-febrer.

DANILA, Nicolas (1989), "Strategic evaluation and selection of R & D projects", R & D Management.

EIRMA (1987), "Role and Organisation of Corporate R&D", European Industrial Research Management Association, Paris.

GERYBADZE, Alexander (1994), "Technology forecasting as a process of organisational intelligence", R&D Management 24, 2.

JULIA, Enric, "Gestión de la Innovación y de la Tecnología", Facultat d'Economia, Universitat Ramon Llull, Barcelona.

MARTINEZ, Angel (1986a), "El proceso de evaluación y selección de proyectos de Investigación y Desarrollo", Alta Dirección, n° 129, Barcelona.

MARTINEZ, Angel (1986b), "¿Qué proyecto seleccionamos?", Proyecto n° 20, setembre.

MARTINEZ, Angel (1987a), "Exito y fracaso de proyectos de I+D", Proyecto n° 29, juliol-agost.

MARTINEZ, Angel (1987b), "La selección de proyectos de I+D en la empresa industrial española", Economía Industrial, juliol-agost, Madrid.

MARTINEZ, Angel (1987c), "Cancelación anticipada de proyectos de I+D", Proyecto n° 31, octubre.

MARTINEZ, Angel (1988a), "Análisis empírico de la evaluación y selección de proyectos de I+D en la empresa industrial española", Investigaciones Económicas, Suplemento, Madrid.

MARTINEZ, Angel (1988b), "Proceso y método de evaluación y selección de proyectos de I+D en la empresa española", Alta Dirección n° 140, Barcelona.

MARTINEZ, Angel (1991), "Un modelo de cancelación anticipada de proyectos de I+D", Proyecto n° 73, desembre.

MARTINEZ, Angel (1992), "Sistemas formales y procesos informales en la selección de proyectos tecnológicos", Alta Dirección, Barcelona.

MARTINEZ, Angel (1993a), "La mejora de la productividad de I+D", Alta Dirección, Barcelona.

MARTINEZ, Angel (1993b), "El proceso de cancelación de un proyecto de I+D", Alta Dirección, Barcelona.

MARTINEZ, Angel (1995), "La implantación de los métodos de evaluación y selección de proyectos de I+D", Alta Dirección n° 182, Barcelona.

MERRIFIELD, Bruce (1977), "Strategic Analysis, Selection and Management of R&D Projects", AMACOM, Nova York.

PALAU, Jesús y TORNABELL, Robert (1983), "Lanzamiento de nuevos productos: análisis financiero", La Caixa, Barcelona.

PEREÑA BRAND, Jaime (1991), "Dirección y gestión de proyectos", Díaz de Santos, Madrid.

RIVEROLA, Josep y MUÑOZ SECA, Beatriz (1990), "Implementación de proyectos de innovación: un paradigma y sus implicaciones", capítol del llibre de ESCORSA P. (ed) op. cit.

ROUSSEL, Philip A., SAAD, Kamal N. y ERICKSON,

Tamara J. (1991), "Third Generation R & D", Harvard Business School Press, Boston.

SIDRO, Vicente (1988), "Gestión tecnológica de la empresa", Manuales IMPI, Madrid.

SOUDER, William E. (1978), "A system for using R&D Project Evaluation Methods", Research Management, setembre.

STEELE, Lowell W. (1989), "Managing Technology", McGraw-Hill, Nova York.

STEELE, Lowell W., "Selecting R&D Programs and Objectives", Research-Technology management.

TWISS (1974), "Managing Technological Innovation", Longman, Londres. Existeix traducció castellana a LANFORD y TWISS (1978) "Previsión tecnológica y Planificación a largo plazo", Deusto, Bilbao.

VALLS, Jaume y RIBAS, Xavier (1990), "Métodos de selección y evaluación de proyectos de I+D. Aproximación a su aplicación en la empresa catalana", Departament d'Organització d'Empreses, Document intern 90/02, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

VALLS, Jaume y MARTINEZ, Carme (1991), "Com seleccionar y evaluar proyectos d'R+D", Tecno 2000 n° 43, Barcelona.

7 La organización de la empresa para la innovación

ARTHUR D. LITTLE (1991), "Competing through Products: Lessons from the Winners", Arthur D. Little, Cambridge, Massachusetts.

BARBA, Enric (1993), "La excelencia en el proceso de desarrollo de nuevos productos", Gestión 2000, Barcelona.

BELUSSI, Fiorenza (1989), "Benetton: a case-study of corporate strategy for innovation in traditional sectors", capítol del llibre de DOGSON, Mark (ed.) "Technology Strategy and the Firm: management and public policy", Longman, Londres.

BETZ, Frederick (1987), "Managing Technology", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

BOWONDER, B., MIYAKE, T. y BUTLER, Jeff (1995), "Creating and nurturing virtual organisations: strategic trajectory of Toshiba", R&D Management Conference, S. Miniato, Pisa, Itàlia, 20-22 setembre.

BURGELMAN, Robert A. (1984), "Designs for Corporate Entrepreneurship in Established Firms", California Management Review.

BURGELMAN, Robert A. (1990), "La gran empresa como generadora de nuevas iniciativas empresariales", capítol del llibre de ESCORSA P. (ed.), "La gestión de la empresa de alta tecnología", Ariel, Barcelona.

DEAN, James W. y SUSMAN, Gerald I. (1989), "Políticas para integrar el diseño, la producción y el marketing", Harvard - Deusto Business Review.

DIERDONCK, R. van (1990), "The manufacturing/design interface", R&D Management.

EVERSHEIM, I.W. (1990), "Trends and Experience in Using Simultaneous Engineering", Proceedings of the 1st International Conference on Simultaneous Engineering.

GALBRAITH, Jay R. (1971), "Matrix Organization Designs", Business Horizons, febrer.

GOOLD, M. y CAMPBELL, A. (1987), "Strategies and Styles", Blackwell.

GUPTA, Ashok, RAJ, S.P. y WILEMON, David (1990), "La relación entre marketing e I+D en las empresas de alta tecnología", capítol del llibre de ESCORSA P. (ed.), op. cit.

HARTLEY, John R. (1994), "Ingeniería concurrente", Productivity Press, Massachusetts/TGP Hoshin, Madrid.

JULIA, Enric, (1995) "Gestión de la Innovación y de la Tecnología", Institut Químic de Sarrià, Universitat Ramon Llull, Barcelona.

MARTINEZ, Angel (1991), "La gestión de la interfase I+D /Producción", Alta Dirección, Barcelona.

MERLI, Giorgio y SACCANI, Cesare (1994), "L'azienda olonico-virtuale", Il Sole-24 Ore, Milà.

PICCALUGA, Andrea (1995), "The role of research and development activities in the virtual corporation", R&D Management Conference, S. Miniato, Pisa, Itàlia, 20-22 setembre.

ROBERTS, Edward B. (1977), "Generating Effective Corporate Innovation", Technology Review, octubre-novembre.

ROBERTS, Edward B. y FUSFELD, Alan R. (1981), "Staffing the Innovative Technology-based Organization", Sloan Management Review, primavera.

SCHON, Donald A. (1967), "Technology and Change", Pergamon.

SOUDER, William E. y CHAKRABARTY, Alok K. (1978), "The R&D/Marketing Interface: Results from an Empirical Study of Innovation Projects", IEEE Transactions on Engineering Management, novembre.

STEWART, Valeria (1983), "Change: the challenge for

Management", McGraw Hill.

SURIS, Josep M^a (1994), "Recerca y desenvolupament en l'economia catalana", capítol del llibre "L'economia catalana davant del canvi de segle", Banc Bilbao Vizcaya/Generalitat de Catalunya, Barcelona.

TAKEUCHI, Hirotaka y NONAKA, Ikujiro (1987), "El nuevo proceso de desarrollo de nuevos productos", Harvard-Deusto Business Review, 1er trimestre.

TWISS, Brian (1974), "Managing Technological Innovation", Longman, Londres. Existeix traducció castellana a LANFORD, H.B. y TWISS, B.C. (1978), "Previsión Tecnológica y Planificación a largo plazo", Deusto, Bilbao.

TWISS, Brian y GOODRIDGE, Mark (1989), "Managing technology for competitive advantage", Pitman.

VASCONCELLOS, Eduardo, "Estructura Organizacional para Investigación y Desarrollo", capítol del llibre "Administração em Ciencia e Tecnologia", Universitat de Sao Paulo, Brasil

8 Nuevos productos: concepción, marketing y comercialización

AKAO, Yoji (1988), "Quality Function Deployment", Productivity Press, Cambridge, Massachusetts. Existeix traducció castellana, "Despliegue de Funciones de Calidad", Díaz de Santos, Madrid, 1993.

ANVAR (Agence Nationale de Valorisation de la Recherche) (1986), "L'Analyse de la Valeur", Paris.

ARBONIES, Angel L. (1991), "Nuevos enfoques en la innovación de productos para la empresa industrial", Diputación Foral de Vizcaya, Bilbao.

BELLO, Laurentino y FERNANDEZ, Esteban (1985), "Gestión de la Innovación. La clave del éxito empresarial", Consejería de Industria y Comercio, Principat d'Astúries, Oviedo.

BOOZ-ALLEN & HAMILTON (1982), "New Products Management for the 1980s", Booz-Allen & Hamilton Inc., Nova York.

COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1994), "Una mejor gestión mediante el análisis del valor", D.G. XIII, Luxemburg.

COOPER, Robert G. (1982), "New Product Success in Industrial Firms", Industrial Marketing Management, Nova York.

COOPER, Robert G. (1983), "A process Model for

Industrial New Product Development", IEEE Transactions on Engineering Management, vol. EM-30, febrer.

COOPER, Robert G. (1984), "The Strategy-Performance Link in Product Innovation", R & D Management.

COOPER, Robert G. (1985), "Selecting Winning New Products Projects: Using the New prod System", Journal of Product Innovation Management.

COOPER, Robert G. y KLEINSCHMIDT, Elko J. (1986), "An investigation into the New Product Process: Steps, Deficiencies and Impact", Journal of Product Innovation Management N°3. Existeix traducció espanyola: "Una investigación sobre el proceso de creación de Nuevos Productos: etapas, deficiencias e impacto", cap. del llibre de ESCORSA P. (ed.) (1990), "La gestión de la empresa de alta tecnología", Ariel, Barcelona.

COOPER, Robert G. (1989), "Winning at New products", Addison-Wesley.

COOPER, Robert G. y KLEINSCHMIDT, Elko (1990), "New Product success factors: A comparison of kills versus successes and failures", R & D Management.

COOPER, Robert G. (1994), "Debunking the Myths of New Products Development", Research Technology Management, julio-agosto.

COOPER, Robert G. y KLEINSCHMIDT, Elko J. (1995), "Benchmarking the Firm's Critical Success Factors in New Products Development", J. Prod. Innov. Management 12.

CHIAS, Josep y MONTAÑA, Jordi (1983), "Posicionamiento. La sistemática de actuación", ESADE, Barcelona.

ESCORSA, Pere y ASTALS, Francesc (1994), "Estudio y planificación de nuevas líneas de productos. Estrategias para mejorar la oferta", FEIGRAF (Federación Empresarial de Industrias Gráficas de España), Madrid.

ESCORSA, Pere, HERBOLZHEIMER, Emil y SOLE PARELLADA, Francesc (1995), "Diseño industrial y su gestión en la PYME española", ESADE/Edicions UPC, Barcelona.

FOWLER, Theodore C. (1990), "Value Analysis in Design", Van Nostrand Reinhold, Nova York.

FUNDACIO BCD (1985a), "El disseny a l'empresa", Generalitat de Catalunya, Barcelona.

FUNDACIO BCD (1985b), "El disseny a la indústria catalana", Generalitat de Catalunya, Barcelona.

HARTLEY, John R. (1994), "Ingeniería Concurrente", Productivity Press, Massachusetts/TGP Hoshin, Madrid.

HAUSER, John R. y CLAUSING, Don (1989), "Otra novedad japonesa: la casa de la calidad", Harvsard Deusto

Business Review , 1er trimestre, Deusto, Bilbao.

IGLESIAS, Javier y LUQUE, Miguel A. (1995), "La Gestión del Valor como medio de Innovación", Economía Industrial N° 301, Madrid.

KLEINSCHMIDT, Elko J. y COOPER, Robert G. (1986), "The Impact of Product Innovativeness on Performance", Journal of Product Innovation Management, N°8.

KOTLER, Philip (1980), "Dirección de Mercadotecnia. Análisis, Planeación y Control", Diana, México.

LIN, Lynn Y.S. (1987), "Les raons del fracàs d'un nou producte" (1987), Tecno 2000 N°0, abril.

LITAUDON, Maurice y RÉFABERT, Anne (1988), "La dynamique de l'analyse de la valeur", Les éditions d'organisation, Paris.

MAIDIQUE, Modesto y ZIRGER, Billie Jo (1984), "A Study of Success and Failure in Product Innovation: The Case of the U.S. Electronic Industry", IEEE Transactions on Engineering Management, noviembre.

MAÑA, Jordi (1976), "El diseño industrial", Salvat, Barcelona.

MONTAÑA, Jordi (1986), "Reducción del riesgo en el desarrollo de nuevos productos", ESADE, Barcelona.

MONTAÑA, Jordi (1989), "Diseño y Marketing de Nuevos Productos. La gestión de Producto en la Empresa Industrial", Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

NYSTRÖM, Harry (1985), "Product Development Strategy: An Integration of Technology and Marketing", Journal of Product Innovation Management N°2.

NYSTRÖM, Harry (1990), "Technological and Market Innovation. Strategies for Product and Company Development", Wiley & Sons, Chichester.

RICARD, André (1996), "Per una ètica creativa", Asociación de Ingenieros Industriales de Cataluña, Documents n° 3, Barcelona.

RODRIGUEZ DE RIVERA, José (1986), "El análisis del valor. Metodología y aplicaciones", Universidad de Alcalá de Henares.

SORLI, Mikel y RUIZ, Javier (1994), "QFD una herramienta de futuro", Labein, Bilbao.

SOUDER, William (1987), "Managing New Product Innovations", Lexington Books, Nova York.

STRITZKY, Otto von (1975), "La política de producto", Hispano Europea, Barcelona.

TEECE, David J. (1987) "Profiting from Technological

Innovation: implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy", capítol del llibre de TEECE (ed.) "The competitive challenge. Strategies for Industrial Innovation and renewal", Ballinger, Massachusetts. existeix traducció espanyola: "Innovación tecnológica y éxito empresarial", cap. del llibre de ESCORSA (ed.), "La gestión de la empresa de alta tecnología", Ariel, Barcelona, 1990.

URBAN, Glen y HAUSER, John (1980), "Design and marketing of new products", Prentice Hall.

VAZQUEZ, Rodolfo y SANTOS, M^a Leticia (1996), "La estrategia de producto y la orientación al mercado en las empresas de alta tecnología", Economía Industrial n° 307, Madrid.

WILEMON, David y MILLSON, Murray (1994), "The Emerging Paradigm of New Technology Development", capítol del libro de SOUDER, W.M.E. y SHERMAN, J.D. "Managing New Technology Development", McGraw Hill.

ZAIDI, A. (1993), "QFD: el despliegue de la función de calidad", Díaz de Santos, Madrid.

9 La protección de la innovación: las patentes

ARRABAL, Pablo (1991), "Manual práctico de propiedad intelectual e industrial", Ediciones Gestión 2000, Barcelona.

BERCOVITZ, Alberto, GALAN, Eduardo, DELICADO, Julio, FEITO, Miguel A. (1985), "Derecho de patentes: España y la Comunidad Económica Europea", Ariel, Barcelona.

BERCOVITZ, Alberto (1986), "La nueva ley de patentes. Ideas introductorias y antecedentes", Tecnos, Madrid.

BISBAL, Joaquim y VILADAS, Carles (ed.) (1990) "Derecho y Tecnología: curso sobre innovación y transferencia", Ariel, Barcelona.

CASADO, Alberto (1992), "La protección por patentes de la investigación a partir de 1992. Sectores químico y farmacéutico", Economía Industrial, mayo-junio, Madrid.

FARRERAS, Carina (1994), "Luz verde al proyecto de la marca europea", La Vanguardia 29.1.94, Barcelona.

FUNDACION COTEC (1992), "Propiedad industrial", Documentos COTEC n° 4, Madrid.

GOMEZ SEGADÉ, José Antonio (1990), "El nuevo derecho de patentes, requisitos de patentabilidad", capítol del llibre de Bisbal y Viladàs, op. cit.

GUTIERREZ, Miguel Angel (1992), "Patentes y marcas en

la empresa de los noventa. La oferta de servicios del Registro de la Propiedad Industrial", *Economía Industrial*, mayo-junio, Madrid.

HUARTE, Vicente y SEGURA, Pasqual (1990), "Patentar a l'estranger: una decisió empresarial", *Tecno* 2000 n° 33, Barcelona.

HUARTE, Vicente (1995), "La política de patentes desde la empresa", Seminario sobre gestión de la Innovación, Comett - Fundación Universidad-Empresa, València.

HUERTA, Yolanda y ALONSO, Emilio (1995), "Derecho internacional de la propiedad industrial y su incidencia en los países miembros de ALTEC", VI Seminario de la ALTEC (Asociación Latinoamericana de Gestión Tecnológica), Concepción, Xile.

IMPIVA (1990), "Marcas. Régimen legal de los signos distintivos", Generalitat valenciana, València.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA (1988), "Ley de Marcas", Madrid.

MORGADES, Joan Antoni (1988), "Que cal conèixer de la nova llei de patents per a emprar-la a la CEE", *Tecno* 2000 n° 10, Barcelona.

OFICINA EUROPEA DE PATENTES (1996), "Cómo obtener una patente europea", Oficina Española de Patentes y Marcas, Madrid.

PENDERGRAST, Mark (1993), "La fórmula sagrada", *El País*, 9.5.1993.

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL, "Cuestiones básicas acerca de patentes y modelos de utilidad", Ministerio de Industria y Energía, Madrid.

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL (1990), "Industria farmacéutica y patentes", Ministerio de Industria y Energía, Madrid.

ROMANIK, George J. (1993), "Filing Foreign Patent Applications: Wheter to File EPC or PCT?", American Bar Association, Annual Meeting, Nova York.

SEGURA, Pascual, SANS, Núria, ZEA, Bernabé (1992), "Formación e información sobre patentes para mejorar la competitividad", Alta Dirección, Barcelona.

SEGURA, Pascual (1995), "¿Cuánto cuesta patentar?", Alta Dirección, Barcelona.

10 Compra y venta de tecnología

ARCOCHA, Angel y MASIA, Andrés (1983), "Comercialización de la Tecnología", Libros OGEIN, Fundación Empresa Pública, Madrid.

BALANA, Agustín y MINGUELLA, Martín (1984), "La

transferencia de tecnología", Enciclopedia de Dirección y Administración de la Empresa, Orbis, Barcelona.

BANCO EXTERIOR DE ESPAÑA (1981), "Transferencia de Tecnología", Manuales Extebank, Madrid.

BIDAULT, Francis y ZERVUDACHI, André (1984), "Prix de la technologie et partage des profits", *Revue Française de Gestion*, novembre-deseembre.

BISBAL, Joaquim y VILADAS, Carles (ed.) (1990), "Derecho y Tecnología: curso sobre innovación y Transferencia", Ariel, Barcelona.

BUESA, Mikel y MOLERO, José (1992), "Patrones de cambio tecnológico y Política industrial. Un estudio de las empresas innovadoras madrileñas", Civitas, Madrid.

CANO, Antonio (1995), "Las redes de transferencia de tecnología en el sistema moderno de producción", *Economía Industrial* n° 301, Madrid.

GIL PELAEZ, J. (1983), "Transferencia de tecnología. Un canal de abastecimiento de tecnología a las empresas", *Economía Industrial*, marzo-abril, Madrid.

HAMEL, Gary y PRAHALAD, C.K. (1994), "Competing for the future", Harvard Business School Press.

HERBOLZHEIMER, Emil (1992), "Technology and the process of globalisation", ESADE, Barcelona.

IMPIVA (1986), "Contrato de Know-How. Guía para su redacción", Generalitat Valenciana, València.

IMPIVA (1991), "Contratos de Transferencia de Tecnología. Régimen legal Español y Comunitario", Generalitat Valenciana, València.

IMPIVA (1992), "Licencia y Cesión de Patentes. Cláusulas contractuales y modelos", Generalitat Valenciana, València.

MARTINEZ, Angel (1992), "La gestión de los mecanismos de transferencia de tecnología", Alta Dirección, Barcelona.

MIEGE, Robin (1995), "Las políticas nacionales de apoyo a la innovación y a la transferencia de tecnología en la Unión Europea", *Economía Industrial* n° 301, Madrid.

MARTINEZ, Angel (1993), "Las fuentes de la tecnología", Alta Dirección, Barcelona.

MOLERO, José y BUESA, Mikel (1986), "Evaluación de la política de transferencia de tecnología en España", *Información Comercial Española*, octubre.

MULLERAT, Ramón M^a (1990), "La transferencia de tecnología. Régimen jurídico español y régimen comparado", capítulo del libro de BISBAL y VILADAS (ed.) op. cit.

PEREZ SANTOS, José (1990), "El contrato de *know-how*", capítol del llibre de BISBAL y VILADAS (ed.) op. cit.

ROA, Armando, RODRIGUEZ, Dora, SOLLEIRO, José Luis, TRENS, Ernesto y WAISSBLUTH, Mario (1989), "Metodología para la determinación del valor de una tecnología", Centro para la Innovación Tecnológica, UNAM, México.

RODRIGUEZ-ROMERO, Luis y SANCHEZ, Paloma (1992), "Interactions entre la R-D et les importations de technologies", Science, Technologie, Industrie n°9, abril.

ROUACH, Daniel y KLATZMANN, Joseph (1993), "Les transferts de technologie", Col.lecció Que sais-je?, Presses Universitaires de France, Paris

ROUACH, Daniel (1994), "Les tendances globales du Transfert de Technologie: Marchés, Mécanismes, Acteurs", Technology Transfer Practice in Europe, TII/SPRINT, Hannover.

SANCHEZ, Paloma (1988), "Les exportations de technologie des entreprises espagnoles", Science, Technologie, Industrie n°4, desembre.

TEECE, David J. (1981), "The market for Know-How and the Efficient International Transfer of Technology", The Annals of the American Academy, novembre.

TRIANA, Eugenio y GALVAN, Jesús (1985), "El mercado internacional de Tecnología", Fundesco, Madrid.

UDELL, Gerald G. y POTTER, Thomas A. (1989), "Pricing new technology", Research Technology Management, juliol-agost.

VALLS, Jaume y altres (1995), "Trasferència de Tecnologia. Recapitulació teòrica", Document de treball UPC/CIRIT, Barcelona.

VICENT CHULIA, Francesc (1990), "La transmisión de derechos de propiedad industrial. Especial atención al contrato de licencia de patente", capítol del llibre de BISBAL y VILADAS (ed.), op. cit.

11 La innovación compartida: la cooperación entre empresas

BELLON, B. (1994), "Innover ou disparaître", Economica, París.

BUENO, E. y MORCILLO, P. (1994), "Fundamentos de Economía y Organización Industrial", McGraw Hill, Madrid.

COHENDET, P.; LEDOUX, M. y VALLS J. (1988),

"Europe-USA-Japón: triade ou axe pacifique? Constat et analyse des récents accords de coopération" DG XII de la CEE (Programa FAST), al B.E.T.A. (Bureau d'Economie Théorique et Appliquée) de la Universitat d'Estrasburg.

COSTA CAMPI, M.T. y CALLEJON, M. (1992), "La cooperación entre empresas: una nueva estrategia competitiva", Ministerio de Industria y Comercio, Madrid.

DE WOOT, P. (1986), "les entreprises européennes d'haute technologie", Economica, París.

FERNÁNDEZ, Esteban (1991), "La cooperación entre empresas". ICE. Ministerio de Economía.

FERNANDEZ, Esteban (1996), "Innovación, tecnología y alianzas estratégicas", Civitas, Madrid.

FREEMAN, C. (1987), "Technology policy and economic performance. Lessons from Japan", Pinter Pub., Londres.

GILLE, L. (1987), "L'industrie des telecommunications", Doc. FAST, Comissió Europea, Brussel·les.

HORWITCH, M. (1986), "Les nouvelles stratégies technologiques des entreprises", Revue Française de Gestion, Març.

MUSTAR, P. (1993), "L'entreprise et les réseaux". Dins de FERNE, G. (ed.), "Science, pouvoir et argent. La recherche, entre marché et politique". Rev. Autrement. Série "Sciences en société" núm.7. París.

NELSON, R. (Ed.) (1993), "National systems of innovation. A comparative analysis". Oxford University Press. Nova York.

OHMAE, K. (1985), "La triade", Flammarion, París.

PORTER, M. (1990) "The competitive advantage of nations". Mac Millan. Londres.

SOLE, F y VALLS, J. (1991), "Networks of technological cooperation between SME: strategic and spatial aspects". Dins del llibre "Innovations networks. Spatial perspectives" de CAMAGNI, R. (Ed.) y GREMI (Groupe de Recherche Européen sur les Milieux Innovateurs), Belhaven-Pinter. Londres.

VALLS, J. y PEREZ, A. (1987), "Els avantatges per a les PIME de la cooperació entre empreses", Revista Tecno2000. Num.4, Fundació Catalana de Recerca, Barcelona.

12 Las ayudas institucionales a la innovación y a la I+D

ACQUITTER, T (1992), "La recherche et la technologie",

dins de "L'Europe des Communautés", La Documentation Française, París.

ARROW, K. (1962), "The rate and direction of inventive activity". Princeton University Press.

CALLON, M. (1993), "Recherche et innovation en France: definition d'un cadre analytique", dins de "Recherche et innovation: le temps des réseaux", Commissariat Général du Plan, La Documentation Française, París.

COMISION EUROPEA (1995), "Libro verde sobre la innovación", Boletín de la Unión Europea, Suplemento 5/95, Brussel.les.

DEP. ORG: EMPRESSES (1994), "Els sistemes nacionals d'innovació" Document DIT/CIRIT 94/03, CIRIT-UPC, Barcelona.

ERGAS, H. (1986), "Does technology policy matter?", CEPS paper núm. 29, Center for European Policy Studies., Brussel.les

FREEMAN, C. (1975), "La teoría económica de la innovación industrial", Alianza editorial, Madrid.

KLINE, Stephen J. (1985), "Innovation is not a linear process", Research Management, juliol-agost.

MARTIN, C. (1988), "Los fundamentos económicos de la políticatecnológica". Economía Industrial, Ministerio de Industria y Energía, Madrid.

MIEGE, Robin (1995), "Las políticas nacionales de apoyo a la innovación y a la transferencia de tecnología en la Unión Europea", Economía Industrial nº 301, Madrid.

OCDE (1992), "Technology and the economy. The key relationships", París

OCDE (1993), "Small and medium-sized enterprises: technology and competitiveness", París.

PAVITT, K. y DE WALD (1971), "Conditions du succès de l'innovation technologique", OCDE, París.

SALOMON, J.J. (1989), "Les politiques d'innovation en Europe", Futuribles, núm. 132, París.

SOLE, F y VALLS, J. (1990), "La política tecnológica de la Generalitat de Catalunya", Revista Economistas. Núm. 45/46, Colegio de Economistas de Madrid.

TYSON, L.A. (1992), "Who's bashing Whom? Trade conflict in high technology industries". Institute for International Economics, Washington.

13 Los programas tecnológicos internacionales

CALLON, M y LAREDO, P. (1993), "L'élan

européen", Dins de FERNE, G. (ed.), "Science, pouvoir et argent. La recherche, entre marché et politique". Rev. Autrement. Série "Sciences en société" núm.7. París.

CDTI (1994), "Los programas de I+D de la Unión Europea", Boletín CDTI, núm. 7, Madrid.

COMMISSION DES COMMUNAUTES EUROPEENNES (1994), "Soutien communautaire a la R+D". DG. XIII. Doc. 15462. Luxemburg.

TORNOS, D. y PONS, M. (1995), "El dinero de Bruselas". Ed. Gestión 2000. Barcelona

VALLS, J. (1989), "Polítiques de R+D al Japó y a Europa. Una anàlisi comparativa". Patronat Català Doc. Intern, Dep. Organització d'Empreses, UPC, Barcelona