

TEMA 8: ENTORNO DE LA INNOVACIÓN

Libro 100. EI.08. Entorno de la Innovación

Esteban Fernández Sánchez

Borrador actualizado: Septiembre 2009

1. DIAMANTE DE LA VENTAJA NACIONAL
2. PAPEL DEL GOBIERNO EN LA INNOVACIÓN
3. *CLUSTERS* (DISTRITOS INDUSTRIALES)
 - 3.1. Parque tecnológico
4. LA TRIPLE HÉLICE
 - 4.1. Relaciones universidad empresa
5. FINANCIACIÓN DE LA INNOVACIÓN
6. INDICADORES ESPAÑOLES DE I+D

1. DIAMANTE DE LA VENTAJA NACIONAL

Algunos investigadores consideran que una empresa obtiene ventajas competitivas de la localización. En este sentido, Porter (1990) llegó a la conclusión de que hay cuatro grandes atributos del entorno que, de forma individual y como sistema, configuran el carácter innovador de una empresa. A dicho conjunto lo denominó ‘diamante de la ventaja nacional’. En efecto, estos atributos determinan conjuntamente el terreno de juego en el que operan los sectores de actividad de cada país. Y son los siguientes: a) condiciones de los factores de producción, b) condiciones de la demanda, c) sectores afines y auxiliares y d) estrategia, estructura y rivalidad de la empresa (figura 1).

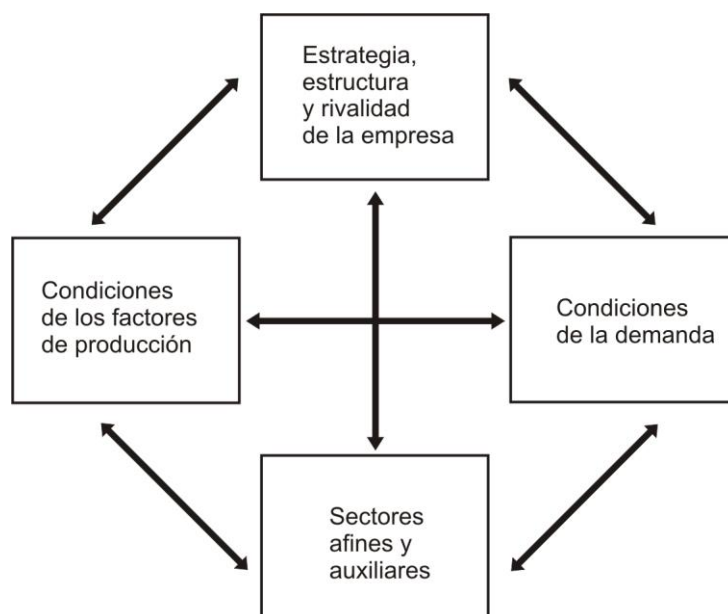


Figura 1: Diamante de la ventaja nacional (Porter, 1990)

Condiciones de los factores de producción. Los factores de producción (recursos naturales, trabajo, capital y conocimiento) establecen los cimientos necesarios para la producción de bienes y servicios. Ahora bien, mano de obra abundante o fuentes locales de materia prima no constituyen una ventaja para los sectores que hacen uso intensivo del conocimiento. Por ejemplo, un sector dinámico, caracterizado por una amplia base tecnológica, que le permite innovar continuamente, debe acceder con facilidad a una mano de obra muy cualificada si pretende aprovechar dichos factores para lograr una ventaja competitiva. Este recurso ni se hereda ni surge como consecuencia de un proceso de ‘generación espontánea’, sino que se crea a través de inversiones en instituciones dedicadas a la generación y formación en conocimiento industrial específico y en talento. Las infraestructuras de apoyo de un país, entre las que destacan las de carácter educativo, los laboratorios de investigación y las tecnologías de la información y las comunicaciones son depósitos de conocimiento tecnológico y de mercado. De estos depósitos surgen ideas tecnológicas para el desarrollo de nuevos productos, transformándose, en consecuencia, en una fuente de la ventaja competitiva (Porter, 1990). Ello es así porque una parte importante de ese conocimiento es tácito y, por tanto, se transfiere en persona, lo que favorece a las empresas locales en detrimento de las que no están localizadas en la zona y, por tanto, con dificultades para acceder al mismo.

De todos modos, no es tan importante para una nación disfrutar de factores productivos en un momento del tiempo, como la velocidad y la eficacia con que los crea. Por otra parte, ninguna nación puede crear todo tipo de factores: debe especializarse. Por ejemplo, las fortalezas de EE.UU y Reino Unido en industria farmacéutica y *software* reflejan la concentración de sus dotaciones de capital humano en licenciados, mientras que las fortalezas alemana y japonesa en automóviles, maquinaria e ingeniería de producción reflejan la dotación acumulativa de operarios y técnicos (Patel y Pavitt, 1994a). A su vez, las desventajas comparativas de un país pueden incentivar a las empresas a innovar, lo cual resulta acorde con la máxima de que ‘la necesidad agudiza el ingenio’. Un buen ejemplo es Japón, cuya base industrial quedó destruida durante la Segunda Guerra Mundial y, sin apenas recursos naturales, logró convertirse en una potencia tecnológica.

Condiciones de la demanda. Las empresas de una nación ganan ventaja competitiva si los compradores nacionales del producto o servicio en cuestión son los más refinados y exigentes del mundo (Porter, 1990). Lo realmente importante de la demanda de un país es su carácter, mucho más incluso que la magnitud de la misma. Así, por ejemplo, los países con consumidores exigentes empujan a las empresas a cumplir con estándares de calidad más elevados, a mejorar los productos y servicios existentes y a crear productos y servicios innovadores. La presión de los consumidores se presenta, de este modo, como un reto para las industrias de un país. Esto le ayuda a anticiparse mejor a las condiciones de la futura demanda mundial, antes incluso de que países competidores sean conscientes de la necesidad de tales productos y servicios. Por ejemplo, la preocupación de Suecia por los minusválidos generó una industria competitiva centrada en necesidades especiales.

No obstante, la demanda no es automática. En algunos casos, los fabricantes pueden no ser capaces de detectar las necesidades del mercado sin un contacto reiterado con los clientes, debido a la naturaleza tácita de una parte del conocimiento del mercado (Afuah, 1998). En consecuencia, no sólo la demanda de los clientes, sino también su presencia en lugares próximos induce la innovación en la empresa.

Sectores afines y auxiliares. Los sectores relacionados y de apoyo permiten a las empresas gestionar con mayor eficiencia los *inputs*. Por una parte, una base competitiva de proveedores ayuda a las empresas a obtener *inputs* con métodos eficientes tanto en tiempo como en coste, con lo que pueden mejorar la productividad. Las relaciones cercanas con el proveedor, por otra parte, facilitan la creación de una ventaja competitiva a través de alianzas para el desarrollo tecnológico, a la vez que favorecen el continuo intercambio de conocimiento operativo (Porter, 1990). El conocimiento tecnológico que sustenta el uso de algunos componentes y equipos es principalmente tácito. Explotarlo requiere una interacción personal y frecuente con los proveedores. Es por ello que tal interacción es menos costosa y más probable cuando dichos fabricantes son locales (Afuah, 1998).

También los sectores afines facilitan el logro de ventajas competitivas, a la par que aportan ideas sobre nuevos productos y mejoras de los actuales. La historia de los países con sectores agrícolas muy productivos indica con claridad que las principales fuentes de progreso en la agricultura provienen de fuera del sector. A menos que una economía esté bien equipada con los recursos complementarios participantes, la agricultura no es

probable que experimente mejoras en su rendimiento. En la experiencia norteamericana las fuentes han tenido su origen en los sectores de maquinaria, de estaciones de experimentación, de fertilizantes y de la genética (Rosenberg, 1976).

Estrategia, estructura y rivalidad de las empresas. Ningún sistema de gestión es superior, a pesar de la fascinación coyuntural que pueda existir con determinadas técnicas y estilos de dirección. Ahora bien, una orientación a corto plazo y un énfasis excesivo en el marketing y las finanzas favorece temporalmente los objetivos financieros, aunque en detrimento de los objetivos estratégicos, lo que perjudicaría el desarrollo de tecnología y la competitividad de la empresa a largo plazo (Hayes y Abernathy, 1980). En suma, la orientación estratégica de las empresas influye en el modelo de competitividad de las mismas. La estructura sigue a la estrategia, como apunta Chandler (1962). De ahí, que una estrategia cortoplacista que haga hincapié únicamente en los beneficios se apoya normalmente en una estructura centralizada y que ejerce un control férreo sobre los recursos. Estrategias que apoyan la innovación y utilizan estructuras flexibles favorecen la competitividad en entornos tecnológicos muy dinámicos.

Por otra parte, la concentración geográfica de empresas de un mismo sector magnifica el poder de la rivalidad interior del mismo. Cuanto más localizada esté dicha rivalidad, más intensa será, lo cual favorece la competitividad. La rivalidad doméstica es quizá uno de los indicadores más sólidos del éxito de la competencia mundial. Las empresas que han experimentado una rivalidad nacional muy intensa son más propensas a adoptar estrategias y estructuras que les permitan competir con éxito en los mercados internacionales. La rivalidad mejora la capacidad de las empresas para traer innovaciones al mercado por varias razones. En primer lugar, los rivales se benefician del derrame de conocimiento, es decir, al estar la información al alcance de todos, mejora la competitividad empresarial. En segundo lugar, un entorno con muchos competidores obliga a las empresas a agudizar el ingenio en la construcción de competencias nucleares y, así, destacar sobre sus rivales (Afuah, 1998).

La rivalidad interna en un sector no significa, sin embargo, rechazar la cooperación con proveedores y fabricantes de productos complementarios. Asimismo, dicha cooperación también es posible con los competidores. Es una solución, por ejemplo, si se persigue el logro de economías de escala, el desarrollo de tecnología o la entrada en nuevos países.

2. PAPEL DEL GOBIERNO

La intervención del gobierno en ciertas etapas del proceso de innovación adopta varias formas: financiación de la I+D, usuario de avanzada, proveedor de activos complementarios, regulación de las actividades de la empresa, formación de la fuerza de trabajo, centro de información, mantener una economía estable y crear capital social.

Financiación de la I+D. Nelson (1959) fue el primero en argumentar que las inversiones en investigación básica las deberían de realizar los gobiernos. En general, los agentes privados no tienen incentivos para invertir en investigación básica, ya que gran parte de sus resultados, la ciencia, es un bien público. Por tanto, los agentes privados no pueden apropiarse de los resultados de la investigación.

No obstante, gran parte de los economistas aceptan que la I+D del gobierno impulsa la I+D privada, puesto que la primera no es más que un incremento en la provisión de un factor de producción que, en consecuencia, puede incrementar la productividad marginal de otros factores. Así pues, más I+D pública es probable que haga la I+D privada más productiva. Por otra parte, a medida que el conocimiento científico crece, el coste de la realización con éxito de cualquier invento dado basado en la ciencia descende. Esto se produce desde una posición de coste infinitamente alto en el caso de un invento por completo inalcanzable dentro del actual estado del conocimiento, hasta niveles cada vez más bajos de coste (Rosenberg, 1976). Ello, en parte, se debe a que los beneficios de la investigación básica son mucho más amplios que el conocimiento codificado resultante. Por ejemplo, los laboratorios públicos de investigación también proporcionan investigadores cualificados, mejores técnicas de investigación e instrumentos, fondo de conocimiento (por ejemplo, tácito) y redes de contactos profesionales. Todas estas contribuciones mejoran diversos tipos de capacidades, entre ellas las corporativas, que permiten resolver problemas empresariales complejos. Esto explica por qué los beneficios de la investigación aparecen localizados en zonas geográficas, así como por qué no están al alcance de todo el mundo (Jaffe, 1989).

LECTURA 1: ESFUERZO INVESTIGADOR DE ESPAÑA

En 2003, entre los 25 Estados miembros de la Unión Europea, el esfuerzo en I+D mayor lo hicieron Suecia y Finlandia, con un 4,27% y un 3,51% del PIB, respectivamente. Les siguieron Dinamarca (2,6%), Alemania (2,5%), Bélgica (2,33%), Francia (2,19%) y Austria (2,19%). España dedicó un 1,1% de su PIB a la I+D, y eso teóricamente, ya que ese año un euro de cada tres se dedicó a programas militares con un bajo componente de investigación y desarrollo. Por debajo de España hay sólo nueve países de los 25: Hungría, Grecia, Letonia, Lituania, Portugal, Chipre, Letonia, Eslovaquia y Polonia. Eurostat no da datos de Malta y Luxemburgo, y recuerda que el objetivo de la UE es dedicar a I+D al menos el 3% del PIB conjunto en 2010 y que al menos dos tercios esté financiado por el sector privado. En 2002 las empresas de los 25 países europeos financiaron el 55,4% del total.

“España está en una situación incómoda porque ya ha sido adelantada por países que estaban poco desarrollados en I+D y han hecho un gran esfuerzo en poco tiempo, como Irlanda y Finlandia, y además ahora otros países que creíamos por debajo, como la República Checa y Eslovenia, también nos han adelantado”, comentó ayer Joan Guinovart, presidente de la Confederación Española de Sociedades Científicas (Cosce). En el conjunto europeo, Guinovart recuerda que España se puede convertir en un Estado como Florida en Estados Unidos, con mucho turismo, pero muy bajo nivel de I+D: “Estamos trabajando para que no tengamos que discutir cada año los presupuestos de I+D y para que las autoridades tengan claro cuál es su importancia”.

Javier López Facal, experto en política científica y profesor de investigación del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) fue más tajante: “Las estadísticas de I+D que acaba de hacer públicas Eurostat parecen demostrar que los acuerdos de la cumbre de Lisboa del año 2000 son propaganda o ciencia ficción; en ningún caso política científica” aseguró. “Por otra parte, en lo que a España se refiere, resulta bastante más doloroso y humillante estar en el pelotón de los torpes de la Europa de los 25 que en la de los 15. ¿Acabará por adelantarnos también la República de Malta?”, se preguntó.

La República Checa está volcada en fomentar la I+D e incluso se ha permitido rechazar ayudas de la UE en esta área, según Guinovart. Eslovenia es un caso distinto porque sólo tiene dos millones de habitantes. En cuanto a Europa, los científicos y muchos Gobiernos están de acuerdo no sólo en la necesidad de más dinero, sino también de nuevos mecanismos como una agencia autónoma de financiación para la investigación básica. “Europa mira a Estados Unidos y a Japón, pero hay que tener en cuenta que China e India, en cuanto nos despiertemos, nos adelantan también”, concluye Guinovart.

Fuente: M.R.E. (2005): “España realiza menos esfuerzo en I+D que la República Checa y Eslovenia”, *El País*, 25 de febrero, pp. 30

La investigación pública ha sido, asimismo, de gran utilidad para la creación de nuevas industrias y de numerosas innovaciones. Internet y la Web surgieron de investigaciones patrocinadas por los organismos públicos. Internet tuvo su origen en la *Advance*

Research Projects Agency (DARPA) del Departamento de Defensa, que patrocinó la investigación sobre redes computarizadas. Berners-Lee inventó la *Web* mientras trabajaba en el CERN, un laboratorio en Ginebra donde se investigaba la física de partículas, con patrocinio gubernamental europeo (Afuah, 1998).

Los organismos gubernamentales también financian directamente a las empresas privadas para que inviertan en ciertas áreas especializadas. Con este enfoque, los proyectos gubernamentales de I+D pueden alcanzar las economías de escala necesarias para lograr resultados eficaces. Por ejemplo, los organismos públicos cofinancian investigaciones que realiza la industria farmacéutica para obtener fármacos para curar las denominadas enfermedades huérfanas (aquéllas que afectan a un número reducido de personas y para las que, por tanto, no resulta rentable el desarrollo privado de medicamentos). Los organismos públicos pueden, asimismo, reducir considerablemente el coste en que incurren las empresas al entrar en mercados nuevos, adquiriendo sus productos en cantidades masivas.

El gobierno también financia proyectos concertados, donde participan investigadores de la universidad y de la empresa, con objeto de favorecer la investigación conjunta y el intercambio de conocimientos tecnológicos.

Usuario de avanzada. El Estado es un actor importante en muchos mercados y su demanda puede ser utilizada para generar innovaciones mediante una política de compra pública. Puede ser, a su vez, un usuario de avanzada. Este tipo de usuarios se caracterizan por adelantarse a las necesidades del mercado. Von Hippel (1988) sugirió que suelen ser decisivos en el proceso innovador.

En algunos campos críticos, las instituciones públicas han necesitado ciertas innovaciones antes que el mercado los demandara, por lo que han estado dispuestos a pagar los elevados precios que exigen los nuevos productos. Por ejemplo, el Boeing 747, el avión de más éxito comercial del mundo, fue diseñado inicialmente como un avión de carga militar. De esta forma, la mayor parte de las inversiones en investigación las asumió el Departamento de Defensa de Estados Unidos (Afuah, 1998). Igualmente, las adquisiciones que realizan los gobiernos europeos desempeñan un papel significativo en la innovación (Rothwell y Zegveld, 1981). Las compras militares constituye un mercado importante para dispositivos no probados en el mercado. Durante el uso militar se perfeccionan las técnicas de producción y se amplían las funciones del producto para adaptarlo a usos civiles. Posteriormente, se comercializa en el mercado.

Proveedor de activos complementarios. Cuando los organismos públicos ofrecen activos complementarios a las empresas, aumentan su potencial innovador. Por ejemplo, la literatura ha destacado los centros urbanos y las ciudades como factor relevante en el proceso incubador de nuevas actividades económicas (Scott, 1982). Igualmente han sido muchos los autores que han considerado las infraestructuras como un elemento determinante del potencial innovador regional, puesto que contribuyen a reducir los costes privados, aumentando, consecuentemente, la productividad de la inversión. De esta forma, una región con unas buenas infraestructuras poseerá una ventaja comparativa respecto a otra peor dotada. De hecho, esta dotación se ha considerado como un factor significativo en la explicación de la creación o la atracción de nuevas empresas.

Asimismo, las inversiones del gobierno en el desarrollo de líneas de transmisión de datos de alta velocidad, que proporcionen transferencias de información de alta calidad y libre de errores, son un ejemplo de posibles demandas de nuevas infraestructuras.

Regulador. El gobierno concede durante períodos limitados derechos de propiedad exclusivos sobre los inventos y creaciones artísticas originales para, así, fomentar el progreso tecnológico. Una protección efectiva de la propiedad industrial refuerza el proceso de desarrollo de nuevos productos, al permitir a las empresas recuperar el gasto realizado en investigación y desarrollo y obtener elevados beneficios, lo que se considera un incentivo para la innovación.

Al mismo tiempo, el gobierno trata de impedir monopolios que atenten contra el bienestar social. Por ejemplo, elabora normas legales con objeto de impedir aquellas fusiones que aumenten el poder de mercado de una organización. De esta forma, se evita que una empresa mantenga los precios artificialmente altos y no tenga incentivos para realizar innovaciones. La colusión y la fijación de precios predatorios son ilegales en la mayoría de los países, ya que mantienen los precios desproporcionadamente altos. Por ejemplo, son ilegales los acuerdos entre competidores para pactar precios y evitar una rivalidad directa. Los medios para lograr la colusión van desde acuerdos informales, como compartir la información o enviar señales sobre cuáles van a ser sus acciones e invitar a los competidores a hacer lo mismo, hasta los acuerdos formales explícitos en los que se imponen sanciones a los desertores. En la fijación de precios predatorios, una empresa rebaja el precio de su producto para, así, expulsar a los competidores. Posteriormente, una vez que los competidores han sido expulsados del mercado, aumenta el precio para obtener beneficios extraordinarios. Esto es difícil de demostrar, sobre todo al comienzo de la vida de una innovación, ya que los innovadores pueden argumentar que están reduciendo los precios para penetrar rápidamente en mercado y beneficiarse del efecto experiencia (Afuah, 1998).

El gobierno puede regular los precios estableciendo precios mínimos, precios máximos, aranceles, cuotas y subsidios. Un precio mínimo es el precio por debajo del cual una empresa no puede vender su producto. Por ejemplo, los precios mínimos impiden la inundación del mercado de productos extranjeros. Un precio máximo estipula el precio por encima del cual una empresa no puede vender su producto. Estos precios persiguen mantener bajos ciertos costes. Por ejemplo, en algunos países el gobierno fija los precios de los medicamentos. El arancel es un impuesto que grava las importaciones, aumentando, de este modo, los precios de los productos extranjeros, lo cual favorece a las empresas locales. En ocasiones, decide fijar una cuota o límite a la cantidad de bienes que pueden entrar en el país. La cuota ha de ser lo bastante pequeña, de modo que la cantidad importada sea lo bastante exigua, favoreciendo al alza su precio. El efecto sobre las empresas locales es similar al de los aranceles. Por último, el gobierno también proporciona subsidios. La empresa recibe cierta cantidad de dinero (subsidio) por cada unidad de producto que vende (Afuah, 1998).

La regulación de los mercados financieros también tiene un impacto sobre el nivel de la innovación. Los gobiernos deben crear y potenciar las condiciones y el acceso a la financiación: en particular, las relacionadas con la exigencia de garantías de crédito, con los nuevos instrumentos financieros, con la creación de mercados de capitales para las pequeñas y medianas empresas de rápido crecimiento y con la reducción de los plazos de pago de los clientes. Los gobiernos también deben posibilitar que las empresas que

no participan en los mercados de valores puedan tener acceso a las instituciones de inversión colectiva como una fuente alternativa de recursos financieros. A su vez, el capital riesgo es extremadamente importante para financiar proyectos innovadores con perspectivas de crecimiento rápido, por lo que conviene potenciarlo. De hecho, la disponibilidad de recursos puede considerarse el estímulo más material proporcionado por un determinado entorno, bien sea financiación especial, incentivos fiscales, asesoría de dirección y marketing o subvenciones a las empresas. Desde la perspectiva política, este factor resulta de particular interés a causa de la posibilidad de la intervención de los poderes públicos (OCDE, 1999).

La regulación ambiental puede orientar las innovaciones en investigación. Por ejemplo, la decisión de Los Ángeles de exigir que un cierto porcentaje de los automóviles que se vendan en dicha ciudad en el año 2000 tenía que caracterizarse por estar libres de emisiones, quizá signifique, para algunos fabricantes, una discontinuidad tecnológica de los automóviles con motor de combustión interna a los eléctricos (Afuah, 1998).

La simplificación de las regulaciones innecesarias que afectan a todas las empresas, y en especial a las pequeñas, es clave, ya que una legislación excesivamente complicada y un exceso de controles burocráticos puede resultar muy caro para las empresas en tiempo y dinero. Por otra parte, la supresión de las regulaciones pueden alterar de manera radical la competencia en una industria, ya que favorece la introducción de empresas al sector (Afuah, 1998).

El cambio de las regulaciones de seguridad puede delimitar y reducir con éxito el atractivo del mercado. Por otra parte, los gobiernos pueden tener un impacto importante sobre el grado de atracción de un mercado, actuando sobre las especificaciones del producto. En este sentido, la Comisión de Comercio de la Unión Europea ha dirigido su atención a reducir las barreras técnicas y a armonizar las normas de equipo para favorecer la competencia.

La adaptación del mercado de trabajo, al aumentar su transparencia, al adecuar su oferta y demanda de empleo y al desarrollar medidas de apoyo a la movilidad funcional y geográfica, contribuye a flexibilizar la fuerza laboral y a potenciar la innovación. Un mercado de trabajo flexible permite a las empresas responder fácil y rápidamente a los cambios en el entorno de su negocio (OCDE, 1999).

Economía estable. La actividad empresarial se desarrolla con mayor facilidad en entornos económicos estables con poca inflación, ya que en ellos resulta más fácil interpretar las señales del mercado. Una inflación alta reduce el grado de atracción del mercado y añade incertidumbre a las perspectivas de inversión a largo plazo. Del mismo modo, unos presupuestos equilibrados pueden contribuir a disminuir la petición de préstamos por parte del gobierno, facilitando que los tipos de interés reales se establezcan en función de las inversiones y de los ahorros privados. De hecho, tradicionalmente se ha sugerido que los elevados tipos de interés limita la inversión de capital. Por ejemplo, los bajos tipos de interés de Japón favorecen que la tasa de descuento para la realización de actividades a largo plazo sea reducida, lo que potencia las inversiones en I+D y otros esfuerzos intensivos en tecnología. Por otra parte, un sistema fiscal sencillo y poco burocrático no ocasiona ineficiencias y potencia las inversiones en innovación (OCDE, 1999). Bajas tasas de interés y un mayor crecimiento económico inducen a más clientes a comprar los productos o la existencia de más

usuarios de avanzada dispuestos a trabajar con los innovadores. No obstante, la actividad innovadora puede ser, asimismo, el motor del progreso económico (Afuah, 1998). A la disminución del crecimiento económico le acompaña un descenso global de la rentabilidad, generando inevitablemente un descenso de capacidad y ejerciendo una presión a la baja sobre los precios.

Formador. El gobierno contribuye no sólo a la educación formal, sino también a la capacitación en el lugar de trabajo y a la recualificación de trabajadores desplazados.

La forma en que un gobierno invierte en la capacitación y desarrollo de la mano de obra tiene una influencia clave sobre la innovación. Los gobiernos han reconocido la importancia de la inversión en la formación para crear nuevas competencias y revitalizar las antiguas.

Centro de información. Puede ser, asimismo, fuente de información. Por ejemplo, las empresas que se establecen en algún país en vías de desarrollo tienen la mejor fuente de información en su embajada en aquel país (Afuah, 1998). Algunas actuaciones que puede llevar a cabo el gobierno para obtener información son las siguientes (Baumol, 2004):

- a) Una agencia para seguir los desarrollos tecnológicos extranjeros. Podría ser beneficioso socialmente que el gobierno estableciese una oficina especial de transferencia de tecnología, con un personal de especialistas cualificados para seguir, traducir y difundir los materiales pertinentes hallados en publicaciones extranjeras.
- b) Educación e información. El gobierno puede también establecer un conjunto de becas bien dotadas para el estudio de ingenierías y otras materias pertinentes. Este programa incluiría la financiación de un conjunto de cursos intensivos de idiomas que preparasen a los alumnos para su estudio en el extranjero. Los estudiantes podrían ser obligados, tras la finalización de sus estudios, a aceptar trabajos apropiados en la industria o en el gobierno de su país de origen por un número de años especificado previamente.
- c) Inmigración de técnicos extranjeros y personal relacionado, que aporten conocimientos sobre los desarrollos tecnológicos extranjeros recientes a la industria del país al que llegan. Pueden estar patrocinados por una empresa, universidad o agencia del gobierno.
- d) Establecimiento de observadores en las embajadas, es decir, personal especial de seguimiento tecnológico de un tamaño adecuado para seguir la pista a las publicaciones técnicas; y para encargar y hacer disponibles traducciones, cuando sea deseable, a la empresa del país de origen.
- e) Estudio de medidas tomadas por los gobiernos de otros países para facilitar la absorción de tecnología extranjera por parte de su industria.

Capital social. Una actuación básica del gobierno es la creación de capital social, es decir, redes sociales y normas de reciprocidad asociadas. Ello conlleva generar confianza en los diferentes agentes económicos y sociales, evitando normas y comportamientos que potencien un mercado ‘politizado’. Valores sociales, como la confianza y la cooperación cívica, se vinculan a un mejor resultado de las empresas, e incluso a una mejora de la educación pública (Putnam, 1993). Las actividades económicas que exigen a algunos agentes basarse en las acciones futuras de otros se realizan a menor coste en ambientes de mayor confianza. En tales circunstancias, es

menos probable que sean necesarios contratos escritos y, a su vez, éstos no tienen que especificar cada posible contingencia. Por el contrario, en economías donde no impera la confianza, el tiempo invertido por los empresarios para controlar el comportamiento de los trabajadores, suministradores y socios puede ser considerable. En todos los casos constituye un tiempo perdido para la innovación y la eficiencia (Knack y Keefer, 1997). En consecuencia, en economías con poco capital social los recursos se utilizan a veces de forma improductiva, al destinarlos a servicios y conductas orientadas a proteger los derechos de propiedad (OCDE, 1999).

Las sociedades caracterizadas por altos niveles de confianza también son menos dependientes de las instituciones formales para hacer cumplir los acuerdos, puesto que el litigio se convierte en un recurso escasamente utilizado. Asimismo, los organismos públicos se perciben como más dignos de confianza y sus pronunciamientos políticos se consideran más fiables. Por otro lado, cuando las coaliciones políticas son inestables, las relaciones de confianza entre los individuos suelen romperse. Sin embargo, cuando las políticas tienen mayor nivel de credibilidad y los acuerdos privados y las leyes se hacen cumplir de modo más efectivo, la confianza y la adherencia a las normas públicas entre los ciudadanos privados se ven fortalecidas. La confianza mejora, asimismo, el acceso al crédito, aumenta la matrícula educativa y favorece la cooperación entre empresas (Knack y Keefer, 1997).

Las normas de cooperación cívica pueden vincularse al resultado económico de forma similar a la confianza, pues actúan como restricciones de un interés personal ‘estrecho’. De este modo, confianza y normas cívicas pueden mejorar el resultado económico a través de los canales políticos, afectando al nivel y al carácter de la participación política. En tales sociedades la gente tiene horizontes más apropiados para tomar decisiones de inversión y elige tecnologías de producción óptimas a largo plazo, en vez de a corto (Knack y Keefer, 1997).

El poder político cuenta con instrumentos que pueden desempeñar un papel clave para el aumento del capital social de muy diversas formas. Por ejemplo, la creación de un centro de enseñanza que divulgue en la población circundante una actitud abierta hacia la empresa puede constituir una forma de capital social. También se puede fomentar la confianza a través de sistemas de arbitraje, que eliminan los costosos y prolongados procedimientos judiciales.

3. CLUSTERS (DISTRITOS INDUSTRIALES)

A través de las nuevas tecnologías se puede acceder fácilmente a recursos, capitales y otros factores de producción en el mercado global. Ahora bien, la información que se puede obtener y las relaciones que se logran mantener mediante fax o correo electrónico no proporcionan una ventaja competitiva, pues están al alcance de todos. Paradójicamente, una ventaja competitiva duradera suele contar con un marcado carácter local que surge de la concentración en una región determinada de conocimientos especializados, instituciones, rivales, proveedores, complementores y clientes. De esta forma, la localización en determinada zona geográfica puede ser una fuente de ventajas competitivas, tanto en lo relativo al desarrollo de innovaciones como a la mejora de la productividad (Porter, 1998).

La literatura económica ha utilizado diferentes términos para hacer referencia a estas zonas geográficas, tales como: *clusters* (Porter, 1999), distritos industriales (Becattini, 1992), sistemas regionales de innovación (Asheim y Isaksen, 2001), sistemas de innovación (Freeman, 1987) y regiones que aprenden (Asheim, 1996), entre otros. En este libro vamos a utilizar el término *clusters*.

Un *cluster* es un grupo geográficamente denso de empresas e instituciones conexas, pertenecientes a un campo tecnológico concreto, unidas por rasgos comunes y complementarios entre sí. Por su dimensión geográfica, un *cluster* puede ser urbano, regional, nacional, o incluso supranacional. Estos *clusters* adoptan varias formas dependiendo de su especialización y complejidad, pero la mayoría de ellos comprenden empresas de productos o servicios finales, proveedores de materiales, componentes, maquinaria y servicios especializados, instituciones financieras y empresas de sectores afines. También suelen integrar empresas que constituyen eslabones posteriores de la cadena (es decir, canales de distribución o clientes); fabricantes de productos complementarios; proveedores de infraestructuras; instituciones públicas y privadas, que facilitan formación, información, investigación y apoyo técnico (universidades, grupos de reflexión, entidades de formación profesional y consultores tecnológicos) e instituciones de normalización. Igualmente los organismos públicos que influyen significativamente en un *cluster* pueden considerarse parte de él. Por último, muchos *clusters* incluso incorporan asociaciones comerciales y otros organismos colectivos de carácter privado que apoyan a sus miembros (Porter, 1998).

La figura 2 representa el *cluster* italiano de la moda y del calzado de cuero. Se puede observar las diversas cadenas de sectores afines, como los relacionados con los diferentes productos de cuero, tipos de calzado y productos de moda. La fortaleza de este *cluster* se atribuye a las múltiples conexiones y sinergias de que disfrutaban las empresas de la zona (Porter, 1999).

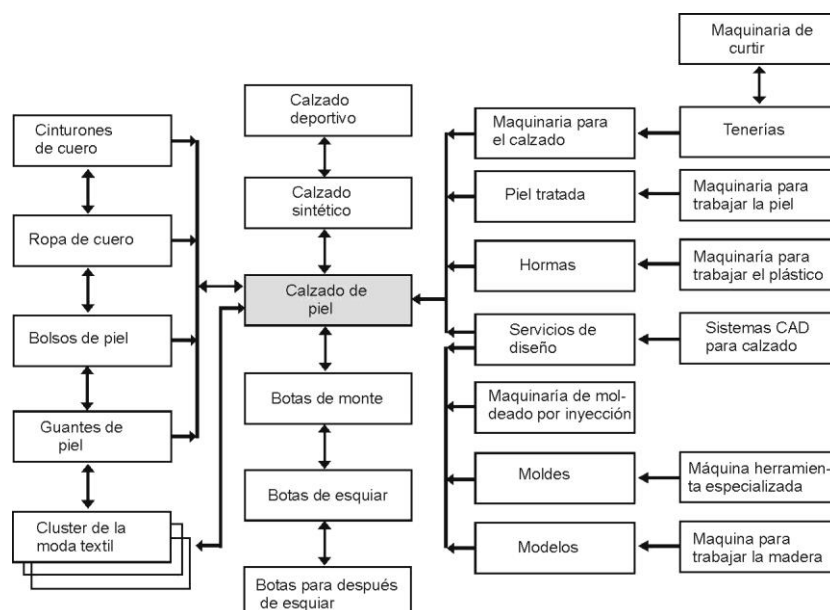


Figura 2: Cluster del calzado (Porter, 1999)

Los *clusters* varían en tamaño, amplitud y fase de desarrollo. Los hay en sectores muy diversos, en campos grandes y pequeños e, incluso, en actividades empresariales

locales, como restaurantes y tiendas de antigüedades. Algunos están formados principalmente por empresas de pequeño y mediano tamaño (por ejemplo, el *cluster* italiano del calzado). En otros participan empresas grandes y pequeñas (por ejemplo, el *cluster* de Hollywood). Algunos giran en torno a una universidad próxima (por ejemplo, Silicon Valley y la Universidad de Stanford), mientras que otros no mantienen conexiones importantes con la misma. Están presentes en economías grandes y pequeñas, en áreas rurales y urbanas, y en diferentes niveles geográficos (por ejemplo, países, regiones, zonas metropolitanas y ciudades). Los hay en economías avanzadas y en economías en vías de desarrollo, aunque los de aquéllas suelen estar mucho más desarrollados. Estas diferencias en la naturaleza de los *clusters* se corresponde con diferencias en la estructura de los sectores que los componen. Los *clusters* más desarrollados tienen una constelación de proveedores más nutrida y especializada, una gama más amplia de sectores afines y un conjunto más extenso de instituciones auxiliares (Porter, 1999).

Las fronteras de un *cluster* no se identifican con un sector industrial tradicional. Por ejemplo, en un *cluster* la expresión ‘rama textil’ incluye las máquinas y los productos químicos utilizados en el sector textil y los diversos servicios que requiere. En este contexto, Marshall habla de ‘industria principal’ e ‘industria auxiliar’. Otros estudios hablan de *filières* (Lorenzi y Truel, 1980) o ramas integradas verticalmente (Becattini, 1992). Así pues, las fronteras de un *cluster* abarcan todas las empresas y entidades que tengan entre sí relaciones verticales, horizontales o institucionales, con independencia del sector industrial al que pertenezcan. La solidez de las relaciones y su influencia en la productividad y la innovación son los elementos que mejor delimitan las fronteras del *cluster* (Porter, 1999).

A continuación, vamos a comentar los diferentes agentes y elementos que configuran un *cluster*, así como las ventajas e inconvenientes del mismo.

Comunidad local. Un *cluster* es una entidad socioterritorial que se caracteriza por la presencia activa de una comunidad de personas y de un conjunto de empresas en una zona natural e históricamente determinada (Becattini, 1992). De esta forma, unos conocimientos tecnológicos, aunque parecen muy abundantes localmente, pueden ser escasos en el mercado mundial. Por ejemplo, los trabajadores de una zona geográfica donde se ha estado fabricando confecciones durante siglos poseen una cultura del ‘vestido’ que representa una gran potencial económico, aunque la generalidad de esa cultura en la zona impida su apreciación.

La comunidad local también posee un sistema relativamente homogéneo de valores, que son la expresión de una ética del trabajo, de la familia y de la reciprocidad. Este sistema de valores fomenta la libre empresa y el cambio tecnológico. Si no fuera así, el *cluster* a largo plazo sería un área económicamente deprimida y socialmente angustiada.

Mano de obra. Un *cluster* es una ‘bolsa’ de mano de obra especializada y de conocimientos técnicos sobre las distintas funciones y procesos asociados con el producto principal, ya sea zapatos, muebles, vestidos u otra cosa. Los conocimientos técnicos generales pueden transmitirse a través de la comunidad local, de padres a hijos y de compañero a compañero, de forma que constituyan un legado cultural permanente de la zona. Igualmente, estos conocimientos pueden impartirse en las escuelas técnicas o de oficios. En algunos casos son las grandes empresas las que ocupan un papel

destacado en la introducción y difusión de nuevas cualificaciones (Sengenberger y Pyke, 1992). También las universidades y/o los centros de investigación pueden ocupar un papel predominante en la creación de conocimientos especializados y en la formación de mano de obra cualificada.

La presencia en la zona de abundante mano de obra especializada reduce los costes de búsqueda y contratación de personal, permitiendo cubrir los puestos de trabajo con las personas idóneas. Esta especialización del trabajador facilita la movilidad laboral y forma parte del bien público que Marshall denomina ‘atmósfera industrial’ (Becattini, 1992).

Empresas. El *cluster* ideal agrupa en una misma zona geográfica todas las actividades necesarias para el desarrollo, fabricación y comercialización de un producto: fabricantes del producto final, productores de piezas y componentes, fabricantes de maquinaria y equipo, diseñadores de productos, empresas de marketing, especialistas en exportación y bancos.

Las empresas de este conglomerado las podemos clasificar en tres grandes categorías: las empresas fabricantes del producto final, las ‘empresas monofase’ y las empresas relacionadas. Hasta un 30 por 100 de las empresas de un *cluster* pueden tener acceso al mercado final. Se trata básicamente de empresas ensambladoras de productos. Las llamadas ‘empresas monofase’ sólo intervienen en una fase intermedia de la producción. Por ejemplo, en un *cluster* textil las empresas monofase se ocupan o bien del cosido o de la mallería o del tejido, entre otras actividades especializadas. Las empresas relacionadas no se clasifican estadísticamente dentro del sector industrial al que se asocia el *cluster*. Por ejemplo, en un *cluster* del textil hay empresas que fabrican botones y que estadísticamente pueden pertenecer al sector químico, empresas que pertenecen al sector de servicios (como las de *leasing* o banca) y empresas que se ocupan del transporte (Brusco, 1992). Ahora bien, no se trata de una multiplicidad accidental de empresas, sino que cada una de ellas tiende a especializarse en una sola fase o en unas pocas fases de los procesos de producción típicos del *cluster*. En resumen, el *cluster* es un ejemplo de un proceso de división del trabajo localizado en una zona, que ni se diluye en el mercado general ni se concentra en una empresa o en unas pocas empresas (Becattini, 1992).

Se podría decir que el concepto de empresa como parte esencial de una red colectiva de la que depende quizá sea el que mejor capta la esencia del *cluster*. En este sentido, la base del *cluster* es la desintegración organizativa, que consiste de la fragmentación de las grandes empresas en unidades jurídicas independientes y en el aumento de la exteriorización de las actividades de producción y servicios (Sengenberger y Pyke, 1992). Así pues, los procesos de producción incluidos en el *cluster* deben poder separarse espacial y temporalmente, pero también deben necesitarse para hacer llegar un producto final a los consumidores. Por ejemplo, un proceso continuo de producción, cuyos productos intermedios no puedan transportarse ni almacenarse –como el acero fundido–, no es apropiado para el desarrollo del *cluster* (Becattini, 1992).

Competencia y cooperación. La competencia en el *cluster* es muy intensa y se produce entre empresas iguales, es decir, empresas que elaboran el mismo producto o realizan la misma actividad. Por tanto, hay una gran dosis de competencia horizontal. No obstante, la disposición de las empresas a cooperar es otra de las características distintivas de los

clusters, cooperación que, lejos de ahogar la competencia, la favorece. Es difícil pensar que una empresa aislada pueda desempeñar todas las funciones necesarias para alcanzar la eficiencia competitiva que puede proporcionar la colectividad en su conjunto. Tendría dificultades para financiar las crecientes inversiones en investigación o para fabricar todos los componentes que forman parte de un producto complejo o para distribuir sus productos en el mercado global. Es por ello que en el *cluster* existe una considerable cooperación vertical. Por ejemplo, una estrecha cooperación entre los fabricantes y los usuarios de maquinaria puede generar importantes sinergias. El fabricante puede indicar al usuario la manera óptima de manejar el equipo, cómo reparar las averías y resolver determinados problemas operativos. El usuario puede comunicar al fabricante deficiencias en el diseño de la máquina o proponer mejoras (Sengenberger y Pyke, 1992). Por tanto, las empresas diferentes están dispuestas a colaborar unas con otras, mientras que las empresas que hacen lo mismo compiten ferozmente entre sí.

No obstante, hay un tipo de cooperación entre empresas iguales que busca obtener economías de escala en actividades particulares. Por ejemplo, la pequeña empresa puede carecer de la escala necesaria para utilizar eficazmente un equipo de producción caro. Ahora bien, este equipo (por ejemplo, un sistema de fabricación flexible) pueden utilizarse en su nivel de eficiencia óptimo si la empresa que lo adquiere negocia el suministro de componentes a otros competidores, en lugar de limitarse a fabricar únicamente los que ella necesita. Los competidores se benefician de esta adquisición porque la empresa se compromete a suministrarles los componentes a un precio pactado, que es inferior al que tendrían que soportar si fabricaran el componente por su cuenta (Sengenberger y Pyke, 1992). No conviene olvidar que estas empresas compiten entre sí, pero también compiten con otras empresas que no pertenecen al *cluster*. Esta colaboración les proporciona una mejora en costes.

Aprovisionamiento. Adquirir recursos a las empresas del *cluster* (aprovisionamiento local) supone unos costes inferiores a los que hay que soportar cuando se recurre a proveedores lejanos (aprovisionamiento remoto), máxime si estos son internacionales.

El aprovisionamiento local reduce las existencias necesarias y minimiza los retrasos. Al mismo tiempo, evita un comportamiento oportunista de los proveedores debido al deseo que tienen de continuar manteniendo relaciones comerciales en la zona y al efecto adverso que tal comportamiento tendría en su reputación. De igual modo, la prestación de servicios auxiliares, como la eliminación de defectos, la formación del usuario y la resolución de problemas es más factible y favorece la cooperación vertical (Porter, 1999).

Por otra parte, la proximidad geográfica de empresas que mantienen relaciones verticales contribuye a crear sinergias, no sólo por la reducción de costes de diversa naturaleza, entre ellos los de transporte, sino también porque permiten, y estimulan, una comunicación continua entre ellas, por lo que contribuye a mejorar la creatividad y la eficiencia.

Complementarios. Los integrantes de un *cluster* suelen depender en gran medida unos de otros. Las formas más evidentes de complementarios son las que se dan entre productos. En el turismo, por ejemplo, la experiencia del visitante depende no sólo del interés de la atracción principal (por ejemplo, las playas o los lugares históricos), sino también de la comodidad y el servicio de los hoteles, los restaurantes, las tiendas de

souvenirs, el aeropuerto y los medios de transporte, entre otros. Una actuación deficiente de un miembro del *cluster* puede socavar el éxito de los otros (Porter, 1999).

Clientes. Los *clusters* también puede aumentar la eficiencia de la función de compras. Los compradores pueden visitar numerosas empresas en un único desplazamiento. La presencia en una misma ubicación de múltiples fabricantes de un producto reduce el riesgo de compra, pues el cliente puede escoger entre diferentes marcas o cambiar de proveedor con facilidad (Porter, 1999).

Cientes locales sofisticados y exigentes con necesidades que se anticipan a las de otras zonas geográficas promueven que las empresas busquen soluciones basadas en la innovación, creando así ventajas competitivas para el futuro. Por otra parte, la demanda pública, las normas y la regulación respecto a la calidad y seguridad de los productos o sobre la protección medioambiental pueden obligar o presionar a las empresas a iniciar una actividad continuada de mejora de su oferta.

Empresario. Existen diversas formas de desempeñar la función empresarial. Algunos empresarios surgen cuando un trabajador abandona la empresa donde desarrolla su actividad para crear una propia. Sin embargo, los empresarios característicos de los *clusters* son los *impannatori*. Su función especial consiste en buscar dentro del *cluster* la forma de satisfacer las necesidades que detectó en el mercado global. Para él, el cluster es una especie de capital flexible, capaz de producir muchos artículos diferentes dentro de una misma gama. Este empresario no es el propietario de una fábrica y no emplea trabajadores, sino solamente un grupo reducido de colaboradores. Su único capital fijo es un almacén para la clasificación de los materiales –que él mismo compra– y los productos finales. Sobre la base de una evaluación de las tendencias de los mercados, junto con sus fabricantes habituales de producto y sus colaboradores configuran un ‘proyecto de producto’, que suele incluir toda una gama. Después de estudiar las posibilidades de éxito del mismo, preguntará a algunos fabricantes con los que está en contacto –no siempre los mismos– las condiciones en las que están dispuestos a fabricar el producto final. Este empresario tiene un conocimiento exhaustivo de la estructura económica y social y, por tanto, de la capacidad productiva del *cluster* (Becattini, 1992).

Un sistema local de crédito. Los bancos del *cluster* están muy vinculados a los empresarios locales y profundamente implicados en la vida social, que conocen con detalle. Una institución de este tipo concede mucho mayor peso a las cualidades personales del que solicita un crédito y a las perspectivas específicas de una inversión dada que un banco menos arraigado en la zona (Becattini, 1992). De esta forma, las instituciones financieras pueden tomar decisiones más fundadas en materia de préstamos y otras vías de financiación, y, a la vez, controlar mejor a sus clientes (Porter, 1999).

Servicios reales. Las administraciones públicas pueden colaborar con las empresas en la creación de ‘servicios reales’. Estos servicios pueden ser de diferentes tipos: asesoramiento tecnológico, consorcios para la exportación o centros de investigación, entre otros. Por ejemplo, un servicio real es la creación de un centro que reúna amplia información sobre las características técnicas que debe reunir la maquinaria agrícola utilizada en diferentes países, como Alemania, Francia, Reino Unido y otros. La principal dificultad con la que tropiezan los fabricantes de maquinaria agrícola en sus

esfuerzos exportadores consiste en que las especificaciones técnicas que deben cumplir las máquinas en los diferentes países cambian constantemente (barreras no arancelarias, un importante obstáculo para la pequeña empresa). Así, a una pequeña empresa italiana le resultaría muy difícil obtener información precisa sobre la situación en Baviera. Pues bien, la creación de una oficina que recoja esta clase de información y la transfiera a las empresas que la necesitan, aunque sea a cambio de una contraprestación económica, constituye un servicio real muy importante para las empresas del *cluster* (Brusco, 1992).

Asociaciones. Las asociaciones comerciales, además de un foro neutral para identificar necesidades, limitaciones y oportunidades comunes, pueden ser un centro donde aunar los esfuerzos necesarios para satisfacerlas, remediarlas y aprovecharlas, respectivamente. Las asociaciones pueden organizar ferias, crear programas de formación, crear consorcios de compras, establecer proyectos de investigación, reunir información especializada, investigar soluciones para los problemas medioambientales y, en fin, ocuparse de muchos otros problemas comunes. Estas nuevas actividades se añaden a las tareas tradicionales (Porter, 1999): a) tratar con los poderes públicos locales, regionales y nacionales, b) orientar la reforma de las leyes y reglamentos y c) representar al *cluster* ante otros grupos empresariales.

Las asociaciones pueden igualmente crear un órgano colectivo que se encargue de las funciones ‘sensibles a la escala’. En los Países Bajos, por ejemplo, las cooperativas de cultivadores construyeron instalaciones especializadas para subastas, almacenamiento y distribución de flores, una de las principales ventajas competitivas del *cluster* florista holandés (Porter, 1998)

Administración Pública. La experiencia de los *clusters* sugiere varios aspectos en los que podría resultar especialmente eficaz la intervención de las administraciones públicas: desde la creación de centros tecnológicos hasta la aportación de servicios financieros adecuados. También pueden desempeñar un papel vital en crear un clima de confianza entre los diferentes grupos de interés e intervenir en la creación de redes de empresas eficaces (Sengenberger y Pyke, 1992).

Las actuaciones del Estado y de las instituciones públicas generan bienes públicos o cuasipúblicos disponibles en la zona. Por ejemplo, la inversión pública en infraestructuras, en formación, en información o en ferias de muestras realizada en la zona no sólo benefician a los miembros del *cluster*, sino que está inducida por el número de empresas beneficiadas. Otros bienes cuasipúblicos que benefician a los miembros del *cluster* son la reputación obtenida por la zona, los *stocks* de información y tecnología acumulados, el asesoramiento a bajo coste de instituciones públicas especializadas, la eficiencia del aprovisionamiento y la posibilidad de utilizar servicios a empresas comunes (Porter, 1999). La administración debe igualmente regular y adaptar el marco jurídico a las necesidades particulares de las actividades innovadoras.

Ventajas. La flexibilidad que proporcionan las empresas pequeñas y medianas (trabajadores cualificados y máquinas de uso general) del *cluster* es quizá la característica que suele asociarse con más frecuencia a las ventajas del mismo respecto de las grandes empresas centralizadas. A menudo, la combinación de flexibilidad y producción especializada típica de los *clusters* se denomina ‘especialización flexible’ y se la compara con el *fordismo*, organización rígida de producción en masa para el

mercado global, que emplea maquinaria especializada y trabajadores semicualificados o no cualificados (Sengenberger y Pyke, 1992).

En el interior del *cluster* se acumula una gran cantidad de información, de conocimientos especializados y de recursos a bajo coste, cuyo acceso resulta más fácil o más barato desde dentro que desde fuera del *cluster* (Porter, 1998). Los beneficios que las empresas obtienen por localizarse muy cerca geográficamente entre sí son conocidos colectivamente como economías de aglomeración: conjunto de externalidades que se desatan cuando se produce una concentración relevante de personas o empresas en un lugar concreto.

Aunque los avances en las tecnologías de la información han hecho más fácil, rápido y barato transmitir información a grandes distancias, distintos estudios indican que el conocimiento no siempre se transmite fácilmente mediante tales mecanismos. Dado que las empresas tienen información asimétrica, los beneficios de la comunicación se incrementarán con el número de empresas. Además, como los flujos de información se enfrentan a costes sensibles a la distancia, mientras más cerca se localicen las empresas, más acceso tendrán a esos intercambios informales.

La proximidad e interacción pueden influir directamente sobre la habilidad y disposición de las empresas para intercambiar conocimiento. En primer lugar, el conocimiento que es complejo o tácito puede requerir de una interacción frecuente y cercana para que sea intercambiado de manera significativa (Almeida y Kogut, 1999). Las empresas pueden necesitar interactuar frecuentemente para desarrollar formas comunes de comprender y articular el conocimiento antes de que sean capaces de transferirlo. En segundo lugar, la cercanía y frecuencia de la interacción puede influir sobre la disposición de una empresa para intercambiar conocimiento. Cuando las empresas interactúan frecuentemente, pueden desarrollar normas de confianza y reciprocidad que faciliten el intercambio.

Un recurso importante del *cluster* es la ‘confianza’ como principio de las relaciones económicas. La confianza dinamiza las relaciones industriales al eliminar la inercia paralizante que impera cuando las empresas temen actuar por no estar seguras de que las demás cumplirán lo acordado y se aprovecharán de una debilidad transitoria (Sengenberger y Pyke, 1992). Así pues, los *clusters* ofrecen la ventaja de limitar los comportamientos oportunistas, como el que se produce cuando una empresa suministra a otra productos defectuosos. El deseo de mantener una alta reputación y conservar un buen nombre en la colectividad local lleva a las empresas a mantener unas relaciones constructivas. Si no lo hicieran debido a la rapidez con la que se difunden las noticias en la zona, la empresa oportunista vería peligrar sus relaciones comerciales, ya que nadie querrá hacer negocios con ella (Porter, 1998).

Los derrames (*spillover*) tecnológicos se producen cuando los beneficios de las actividades de investigación de una empresa (o nación u otra entidad) se filtran hacia otras empresas (o naciones u otras entidades). Por tanto, los derrames son una externalidad positiva de los esfuerzos en investigación y desarrollo. La evidencia sugiere que los derrames tecnológicos influyen de forma innegable sobre la actividad innovadora.

Los *clusters* también facilitan la medición del rendimiento de las actividades de una empresa, porque, con frecuencia, se puede comparar con otras empresas del lugar de una dimensión similar que llevan a cabo funciones parecidas. Los directivos pueden igualmente cotejar los costes internos de una actividad con los de los proveedores, así como los costes de los diversos proveedores entre sí. Además, pueden reducir el coste de supervisión de los trabajadores relacionando su rendimiento con el de otros de la zona (Porter, 1999).

La demanda de la industria crea una fuerza de trabajo capacitada cuyos miembros pueden trabajar para diferentes empresas sin salir de la zona. La existencia de un mercado de trabajo conjunto reduce la probabilidad de desempleo y la escasez de trabajadores en un determinado lugar. La competencia dentro del mercado de trabajo genera mayores niveles de eficiencia, promoviendo la especialización de los trabajadores que así minimizan el riesgo de ser despedidos y generan una mayor y mejor división del trabajo.

En un entorno de producción flexible, como el que caracteriza los distritos industriales, un gran número de pequeñas y medianas empresas llevan a cabo procesos de producción especializados y complementarios. Entre todas ellas llevan a cabo un proceso productivo completo. La especialización de cada una de estas empresas interviene de forma decisiva en la creación de economías de aglomeración (o externas), que son propias del entorno donde se generan. La presencia en un entorno de muchas empresas muy parecidas puede permitir compartir las indivisibilidades, es decir, aquellas inversiones necesarias para la actividad pero que una empresa por separado no puede rentabilizar plenamente. Los costes no se reducen únicamente por el hecho de compartir algunos costes fijos, sino también por la reducción de los costes de interacción espacial y de la multiplicación de las posibilidades de intercambio. Se reducen los costes de información, que es muy sensible a la distancia, así como los de reclutamiento y formación de mano de obra, al estar disponibles en la zona trabajadores especializados y experimentados.

Los proveedores al suministrar bienes a las empresas del *cluster* activan las economías de escala y utilizan sus procesos productivos en su nivel de escala óptimo, lo que disminuye el coste de los suministros. Además el coste de transporte o desplazamiento es nulo o muy bajo.

Un *cluster* de empresas innovadoras puede llevar a que se creen más empresas nuevas en la vecindad inmediata y puede atraer a otras empresas al área. Las empresas de éxito también atraen nuevo personal y le ayudan a ser más valioso al permitir a los individuos ganar experiencia trabajando con las empresas innovadoras. El incremento de empleo e ingresos por impuestos en la región puede llevar a mejoras en infraestructuras (como carreteras y servicios generales), escuelas y otros mercados que proporcionen servicio a la población (centros comerciales, supermercados, proveedores de servicios para la salud, etc.).

Un *cluster* es una fuente de oportunidades. Las personas que trabajan en el *cluster* pueden advertir con mayor facilidad las lagunas existentes en productos, servicios o proveedores. Dicho conocimiento dota a esas personas de mayor disponibilidad para abandonar las empresas en las que trabajan y crear otras nuevas orientadas a satisfacer las demandas que han descubierto (Porter, 1999).

Las barreras a la entrada en el *cluster* son más bajas que en otros lugares. Los recursos materiales y humanos suelen estar disponibles en la zona. Las instituciones financieras y los inversionistas del *cluster* exigen una prima de riesgo menor sobre su capital. Además, el *cluster* suele disfrutar de un mercado local significativo. El nuevo empresario tiene en la zona relaciones establecidas acumuladas durante su etapa como trabajador asalariado. Las barreras de salida también suelen ser más bajas en el *cluster*, ya que las necesidades de inversiones especializadas son menores y existe un mercado secundario de activos específicos (Porter, 1999). En este sentido, una máquina que no le sirva a una empresa puede ser útil para otra. Cuando esta situación es frecuente, tiende a desarrollarse un mercado local de máquinas de segunda mano que permite una distribución potencialmente óptima del conjunto disponible de máquinas (nuevas y viejas) y promueve el espíritu de empresa (Becattini, 1992).

Inconvenientes. El *cluster* tiene, entre otras, las siguientes desventajas (Asheim y Isaksen, 2001; Schilling, 2008): a) debilidad organizativa, b) fragmentación, c) *lock-in*, d) derrames y e) congestión.

En primer lugar, a un *cluster* le pueden faltar agentes relevantes, lo que supone una debilidad organizativa. No todas las agrupaciones de empresas constituyen un *cluster*, ya que se requiere un número suficiente de empresas, así como una infraestructura de conocimiento que permita un aprendizaje colectivo.

En segundo lugar, en un *cluster* puede no darse la colaboración adecuada para innovar entre los agentes de la región, lo cual supone su fragmentación. Así, los agentes relevantes pueden estar presentes, aunque sin cooperar, reflejando una carencia en capital social, lo que puede obstaculizar la actividad innovadora. Los procesos de aprendizaje interactivos son una base para la actividad innovadora y requieren alguna forma de comunicación cualitativa, es decir, vínculos interpersonales.

En tercer lugar, el *cluster* puede ser demasiado cerrado y las comunicaciones muy rígidas, dando como resultado una situación de *lock-in*. Este *lock-in* surge cuando en el *cluster* se comparte la misma manera de competir, ya que este comportamiento aboca en una especie de mentalidad colectiva que refuerza los conocimientos y actitudes tradicionales, suprime las ideas nuevas y crea una rigidez institucional que impide la adopción de mejoras. Una consecuencia del *lock-in* es que el *cluster* no apoye innovaciones verdaderamente radicales, ya que éstas suelen invalidar el fondo existente de conocimientos, informaciones, proveedores e infraestructuras (Porter, 1999). Esto puede suceder si la zona históricamente ha tenido un sistema de innovación regional fuerte, basado en institutos tecnológicos y en centros de formación profesional especializados en tecnologías en declive. Tal sistema de producción y de innovación debe aumentar su base de conocimiento y promocionar innovaciones de producto para romper la dependencia de trayectoria que encierra a la zona en una tecnología sin futuro.

En cuarto lugar, la gran proximidad de las empresas puede incrementar la probabilidad de que los competidores de una empresa consigan acceso a su conocimiento propietario (este es uno de los mecanismos de los derrames tecnológicos). Finalmente, la agrupación de empresas puede generar congestiones de tráfico, costes de la vivienda excesivamente elevados y mayores concentraciones de polución. Incremento en los

salarios reales y los alquileres inmobiliarios tanto en el emplazamiento como en sus alrededores, que se generan por el cada vez mayor número de empresas aglomeradas en una misma zona, lo que inhibe la instalación de nuevas empresas en dicho lugar.

3.1. Parque tecnológico

El parque tecnológico es uno de los instrumentos más utilizados para el fomento de la innovación tecnológica, aunque su puesta en práctica no siempre tiene el éxito que cabría esperar. En este apartado se describen las características más representativas de un parque tecnológico, utilizando como elemento de referencia el Silicon Valley, ya que fue el modelo original, es el más conocido y el de mayor éxito a nivel internacional, convirtiéndose en una prueba fidedigna de la relación entre la tecnología y el desarrollo económico.

El Silicon Valley está situado en el condado de Santa Clara (California), una zona eminentemente agrícola que en 1950 contaba con solo 800 trabajadores industriales, la mayoría de ellos en plantas de procesamiento de alimentos. Sin embargo, en la década de 1980, se concentraban en el lugar alrededor de 3.000 empresas de fabricación electrónica. Otras 3.000 más suministraban los servicios necesarios para la producción y unas 2.000 se ocupaban de actividades de alta tecnología, arrojando un total de 8.000 empresas en el complejo, de las que aproximadamente el 70 por ciento empleaban entre 1 y 10 trabajadores y el 85 por ciento tenía en plantilla menos de 50 empleados (Rogers y Larsen, 1984). Además de pequeñas empresas, el Silicon Valley incluye a Hewlett-Packard, Oracle, Sun Microsystems, Netscape y Apple, entre otras grandes empresas que tuvieron su origen y desarrollo dentro del parque. Durante la década de 1970, se creaba una empresa cada dos semanas, y el 75 por ciento de las mismas sobrevivía al menos seis años, una tasa mayor que la media de las empresas norteamericanas en su conjunto (Saxenian, 1990). Además, pese a una grave recesión en la industria de los ordenadores en el período 1984-86, la economía regional logró un crecimiento del 35 por ciento en el empleo total entre los años 1980-89. Desde 1970, los ingresos medios por familia en la zona han sido los más altos de California, y se sitúan entre los más altos de los Estados Unidos. El hecho de que un nuevo poder industrial de estas características pudiera surgir en una zona totalmente carente de base industrial o de tradición empresarial previa ha hecho que se tratara de imitar en todo el mundo (Castells y Hall, 1994). En 1999, las empresas de alta tecnología tenían en su conjunto un valor en el mercado de 450.000 millones de dólares (Dearlove, 2003). Sus beneficios económicos y sociales han llevado a expertos, políticos y empresarios a intentar entender y el funcionamiento extraordinario de este parque tecnológico.

Un parque tecnológico combina la proximidad de empresas de alta tecnología, laboratorios de investigación y universidades de gran calidad para producir un clima empresarial donde florezca la innovación. La Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE, www.apte.org) considera que el parque es un proyecto, generalmente asociado a un espacio físico, que:

- Mantiene relaciones formales y operativas con las universidades, centros de investigación y otras instituciones de educación superior.
- Está diseñado para alentar la formación y el crecimiento de empresas basadas en el conocimiento y de otras organizaciones de alto valor añadido pertenecientes al sector terciario, normalmente residentes en el propio Parque.

- Posee un organismo estable de gestión que impulsa la transferencia de tecnología y fomenta la innovación entre las empresas y organizaciones usuarias del Parque.

Los objetivos del parque tecnológico dependen, en cierta medida, de la identidad del promotor o del principal inductor de su puesta en marcha. En cualquier caso, un parque tecnológico intenta cumplir una doble función catalizadora: favorecer la transferencia bidireccional de recursos humanos, científicos y tecnológicos a) entre las universidades y la industria y b) entre las empresas localizadas en el parque. La Administración Pública central, regional o local, las universidades y, en algunos casos, las empresas privadas constituyen sus principales motores.

Lo que ocurre dentro de una empresa es importante, pero el efecto del parque tecnológico indica que el entorno inmediato de la empresa también desempeña un papel fundamental en su éxito. Estos parques afectan a la competencia de tres modos (Dearlove, 2003): a) aumentan la productividad de las empresas de la zona, b) controlan la dirección y velocidad de las innovaciones y c) estimulan y desencadenan la creación de nuevas empresas dentro del parque.

Un parque tecnológico no debe funcionar de forma aislada, sino que ha de insertarse en el contexto donde está ubicado, centrándose en las tecnologías ya implantadas en esa región. Hay pocos sitios tan desoladores como los parques que se han desarrollado de una manera tan exclusiva que se percibe desde la comunidad local como remotos y no relacionados con la actividad comercial de la región. A su vez, es muy negativo que los parques se consideren solo como una operación fundamentalmente inmobiliaria, como un polígono industrial de lujo, así como querer convertirlos en un fin en sí mismos, olvidando que deben ser, sobre todo, un medio para facilitar la creación de empresas innovadoras y el desarrollo de las economías regionales.

Los parques tecnológicos normalmente están asociados a un espacio físico dotado de infraestructuras de alta calidad y disponen de distintos lugares donde ubicar empresas innovadoras (incubadoras, parcelas), además de otras infraestructuras propias de los sistemas de innovación como son los centros tecnológicos y los centros de formación.

La eficacia de un parque tecnológico se apoya, al menos, en las siguientes características: promotor del parque con una visión clara, universidad especializada en las tecnologías y los conocimientos científicos que van a constituir el *leitmotiv* del parque, contactos informales, organizaciones en red, clientes innovadores que adquieren los nuevos productos (caros y con alta probabilidad de fracaso), capital riesgo y estructuras intermedias.

El promotor del parque es la persona encargada de liderar el desarrollo del parque tecnológico y fomentar las relaciones universidad empresa. Puede pertenecer a la universidad o a la Administración Pública. El Silicon Valley –ejemplo casi perfecto de sociedad de la información, en la que la mayoría de las personas que trabajan se dedican a reunir, procesar, distribuir o crear tecnología de la información– tuvo su origen a finales de los años cuarenta, cuando Fred Terman (vicepresidente) y Wallace Sterling (presidente), de la Universidad de Stanford, decidieron alquilar los 8.830 acres que la familia Stanford había donado a la Universidad, ya que el contrato de donación impedía la venta del terreno (tal fue el éxito que en 1991 recibió siete millones de euros como pago de alquiler de los terrenos del parque). El plan de Terman para la promoción de la Universidad de Stanford

consistía en la creación de un parque de alta tecnología industrial, con base en lo que denominaba ‘picos de perfección’: el prestigio académico se asienta sobre unos pocos, altos y estrechos picos de perfección académica, más que sobre una sólida cobertura a un nivel más modesto de una amplia gama de disciplinas (Rogers y Larsen, 1984).

El desarrollo de una masa crítica de capacidades tecnológicas con relevancia industrial es casi una cuestión de azar, a menos que exista un liderazgo ejercido por el programa de investigación de la universidad, apoyado, a su vez, por la política tecnológica del gobierno. Así pues, un factor fundamental para el éxito es la proximidad de una universidad que facilite investigadores capaces de subcontratar investigación o efectuarla en colaboración, con posibilidad de utilizar su infraestructura y equipos, la disponibilidad de licenciados o estudiantes de doctorado para trabajar en determinados proyectos y la formación permanente para el personal de las empresas.

El interés manifestado por la Universidad de Stanford para crear empresas a partir de los conocimientos y de los posgraduados ha sido una de sus principales señas de identidad. En 1909, el presidente de la universidad invirtió 500 dólares en crear una empresa que tres años más tarde perfeccionó el uso del tubo de vacío como un amplificador de sonido. Fue Frederick Terman quien a partir de 1925 animó a muchos estudiantes a crear sus propias empresas. Surgió así Litton Engineering Laboratory en 1928; en 1937 los hermanos Varian desarrollaron el tubo de Klyston con la ayuda que les prestó otro profesor de Stanford: un local y 100 dólares. El propio Terman prestó 1.538 dólares para que Willian Hewlet y David Packard crearan Hewlett-Packard en 1938. Para favorecer la transferencia de tecnología desde la investigación a la innovación y favorecer la creación de empresas desde la propia universidad en 1946 creó el Instituto de Investigación de Stanford (SRI) (Romera, 2003).

Las empresas acudieron a trasladarse al parque porque querían estar en las proximidades de la universidad. Silicon Valley actúa como un imán para inversores, empresarios y tecnologías. Además, la presencia de una serie de empresas que actúan de ancla –grandes nombres con historias de éxito, como Intel o Hewlett-Packard– sigue atrayendo talento a la región y estimulando la escisión (*spin-off*) de empresas, generando un ciclo que se perpetúa a sí mismo. Las ‘empresas ancla’ han desempeñado un papel importante en la construcción de Silicon Valley (Dearlove, 2003).

Las empresas se localizarán en un determinado parque tecnológico si consideran que pueden tener acceso a cierta clase de tecnología difícil de obtener en otros lugares. De ahí que resulte importante la especialización del parque en un grupo de tecnologías relacionadas. En otro caso, ¿qué incentivo puede tener, por ejemplo, una empresa electrónica para localizar un laboratorio de investigación en un parque próximo a una universidad que no cuenta con esa titulación? Ahora bien, no basta que la universidad forme titulados en la especialidad. También es necesario que haya equipos de investigación potentes trabajando con tecnologías con aplicación industrial. Si son buenos, dichos equipos se conocerán desde las empresas, que, por tanto, estarán interesadas en solicitar su cooperación en el desarrollo de nuevos productos y componentes. En consecuencia, para potenciar el desarrollo de un parque parece evidente la necesidad de contar con una universidad que tenga equipos de investigación muy buenos y especializados en determinadas tecnologías, que se convertirán en el reclamo más importante del parque.

También es indispensable prever lugares de contacto entre los investigadores de las diversas instituciones, tanto públicas como privadas, ya que sin ellos los objetivos del parque no se colmarán. El conocimiento tácito y explícito que se disemina a través de las redes informales, como lo es en un restaurante de Silicon Valley, famoso como bar de los ingenieros, es parte del atractivo de esta zona para los negocios (Rogers y Larsen, 1984). Los contactos humanos, en realidad, justifican la existencia de los parques. Si los usuarios se benefician de un conjunto de equipamientos universitarios –tales como, laboratorios, campos de deporte, bibliotecas o restaurantes– no es solamente por comodidad o economía, sino para que los encuentros se produzcan de forma permanente. Las redes informales de información, basadas en una interacción personal sobre temas habituales de tipo técnico o profesional, constituyen la verdadera base del proceso de creatividad en el Silicon Valley, e incrementaron su complejidad e importancia a lo largo del tiempo. Además, contribuyen a que los científicos e ingenieros, a pesar de cambiar fácilmente de trabajo, permanezcan en la zona para seguir teniendo acceso a esas fuentes informales de información. Algunos parques han fracasado porque no lograron fomentar contactos informales permanentes entre los investigadores y entre éstos y las empresas.

La misión fundamental del equipo de gestión es favorecer el intercambio de conocimientos entre las empresas del propio parque y entre las del entorno próximo y el mundo científico. Una fuente importante de contactos son las conferencias y los seminarios, ya que proporcionan la posibilidad de escuchar las opiniones de especialistas en diferentes materias y, al mismo tiempo, facilitan la comunicación entre los asistentes que se espera les sea de utilidad. Otros acontecimientos anuales, como el Día de la Innovación y la Cena de los Fundadores, persiguen los mismos propósitos.

Una de las características más sorprendentes del Silicon Valley es el elevado índice de movilidad en el trabajo. Se ha estimado que la rotación puede ser del 50 por cien anual. Este índice es máximo entre los operarios de línea, montadores de tarjetas y ensambladores y algo menor entre los ingenieros y ejecutivos, cuyo índice puede ser sólo de un 30 por ciento anual. Un cambio de trabajo implica un aumento del 10 al 15 por ciento en sueldo y quizás una promoción (Rogers y Learsen, 1984). Además, la movilidad del personal de I+D entre las empresas de semiconductores es uno de los principales medios de intercambio de información tecnológica. En algunos casos este intercambio es una de las razones de la movilidad del empleo. La proximidad de las empresas facilita la libre circulación de información en el Silicon Valley.

La circulación constante de talentos desde una empresa a otra hace que sea literalmente imposible mantener los derechos de patentes de cada innovación. La única vía disponible para las empresas de solucionar un problema consiste en acelerar el paso de la innovación, abriendo camino, así, a nuevas empresas, productos o tecnologías, en un determinado proceso de extraordinaria estimulación tecnológica e industrial (Castells y Hall, 1994).

La existencia de empresas muy innovadoras sólo es posible si hay clientes capaces de pagar precios elevados por productos de alta tecnología. El Gobierno de los EE.UU, a través de las compras militares, fue el verdadero impulsor del Silicon Valley, pues constituía un primer mercado para dispositivos no probados, todavía caros, que se consideran un riesgo en el mercado comercial. Este apoyo federal, aunque se centró principalmente en las grandes compañías, resultó esencial para el éxito de la industria. Tanto el Departamento de Defensa como la NASA pagaron precios altos por las tecnologías más innovadoras; por otra parte, las más arriesgadas en términos de inversión.

De este modo, desempeñaron el papel de financiadores de la actividad de I+D para las empresas del Silicon Valley. Además, el Departamento de Defensa exigía la difusión pública de los descubrimientos realizados utilizando su aportación de fondos, a menos que fueran clasificados como secretos militares. Así pues, la demanda militar y aeroespacial suministró los primeros mercados a gran escala para la joven microelectrónica localizada en el Silicon Valley, al tiempo que facilitó el capital necesario para las inversiones de alto riesgo, a la vez que hacía posible la difusión de los adelantos tecnológicos entre las empresas de la zona (Saxenian, 1990). Aún hoy, más de 600 empresas del Silicon Valley realizan trabajos relacionados con la seguridad y clasificados como secretos, la mayoría de ellos sobre satélites, misiles, radares y ordenadores.

Por otra parte, en las industrias de alta tecnología donde el cambio es muy rápido, las patentes son inoperantes como medio legal de asegurar la propiedad de la información técnica: lleva mucho tiempo conseguirlas y pone a disposición de todo el mundo los conocimientos en los que se apoya el diseño del producto. Ahora bien, en contra de lo que parece, esta característica no resulta una desventaja, como se constata en un informe de la Federal Trade Comision, en el que se considera que la gran fuerza de la industria de los semiconductores de los Estados Unidos se deriva de la rapidez con que sus empresas copian los nuevos chips unas de otras (Rogers y Larsen, 1984). Este hecho se produce con más intensidad en el Silicon Valley, al ser un parque donde todo el mundo conoce a todo el mundo, ya que, en un momento o en otro, todos han trabajado juntos y, por lo tanto, todos mantienen o han mantenido relaciones personales en las que, lógicamente, también trascienden aspectos profesionales.

La presencia de capitalistas arriesgados deseosos de invertir en negocios con alto potencial de beneficios y elevado riesgo es uno de los elementos distintivos de todo parque tecnológico. El capital riesgo, ya sea a través de inversores particulares o de empresas que deseen apoyar tales proyectos, se hace imprescindible en el desarrollo del parque. No obstante, al contrario de lo que generalmente se cree, las empresas de capital riesgo no se originaron en los mercados financieros de San Francisco, sino a partir de la riqueza generada en el propio Silicon Valley. De hecho, hubo hombres de negocios pertenecientes a la primera ola de empresas electrónicas que invirtieron sus ganancias en la siguiente ronda de nuevas empresas, habiendo verificado, a partir de su propia experiencia, la viabilidad del proceso y sintiéndose lo bastante competentes para juzgar las posibilidades de las nuevas candidatas (Castells y Hall, 1994).

El capital lo aportan, pues, directamente los inversores de capital empresarial o indirectamente la garantía de los mercados militares o de la Administración Pública, para adquirir los equipos aún no probados, haciendo así posible que las nuevas empresas pudieran obtener financiación sobre la base de unos ingresos asegurados.

El promotor del parque pretende captar entre sus inquilinos a empresas que cuenten con fuertes capacidades tecnológicas, tales como empresas derivadas de la investigación universitaria (si bien las expectativas de creación de este tipo de empresas no son muy elevadas), empresas nacionales con un alto grado de I+D, empresas extranjeras líderes en I+D y empresas de servicios avanzados. En cualquier caso, dentro del parque no se autoriza ninguna actividad contaminante. En algunos parques, a las empresas se les suele someter a un pliego de condiciones urbanísticas muy estricto que impone, entre otras cosas, dedicar una suma económica a un programa de jardinería y no utilizar más del 50 por 100 de la superficie total del terreno a la construcción. La interacción entre las

empresas ubicadas en el parque y entre éstas y la universidad, favorece la creación de empresas de alta tecnología, caracterizada por: 1) empleados muy cualificados, muchos de los cuales son científicos o ingenieros, 2) rápido crecimiento, 3) elevada proporción de gastos en I+D respecto a las ventas y 4) mercado mundial para sus productos. Hay que destacar que no sólo la tecnología es muy avanzada, sino que, además, cambia continuamente, progresando a un ritmo mucho más rápido que en otras industrias. Fueron las empresas que se crearon a partir de los conocimientos generados en la Universidad de Stanford (*spin-offs* académicos) o a través de escisiones de empresas tecnológicas ya constituidas (*spin-offs* industriales) las que crearon la riqueza del valle. Los *spin-offs* son más importantes que las economías de aglomeración (Buenstorf y Klepper, 2009), ya que los nuevos empresarios se localizan en la zona creando empleo.

Pese a que la universidad no es una buena incubadora de empresas, su presencia resulta indispensable para apoyar las actividades de las empresas localizadas en el parque. Las investigaciones empíricas destacan la vitalidad de las PYMEs que, por otra parte, son buenas incubadoras de empresas.

Para promocionar la imagen del parque debe captarse a los departamentos de investigación y desarrollo de grandes empresas, aunque en la época actual no resulta fácil de conseguir, ya que estas empresas desean retener sus actividades de investigación cerca de sus centros de producción. Ahora bien, si la universidad tiene una significativa capacidad de investigación, la empresa suele reconsiderar su posición y ubicar en el parque tecnológico un laboratorio de investigación. En este caso, como ocurre casi siempre, es la buena imagen del parque la que actúa de señuelo para la gran empresa.

En el parque tecnológico también pueden localizarse aquellas empresas que ofrecen servicios a las empresas. Esta categoría es, quizá, la más problemática desde el punto de vista de su elección por parte de la dirección del parque tecnológico. Sin embargo, es muy necesario y deseable contar en el emplazamiento con servicios diversos, como restaurantes, instalaciones bancarias y servicios avanzados a las empresas (organizaciones especializadas en marketing, asesoramiento tecnológico, planificación empresarial, control de calidad y normalización), así como otros servicios especializados que se ofrezcan a las empresas establecidas en el parque.

Las empresas del parque se pueden beneficiar de los derrames de conocimiento (*spillover*) que proviene de su localización al lado de un grupo de empresas en un campo de actividad común, así como de tener acceso a la contratación de las capacidades de investigación de una universidad fuerte. También dispondrán de una red más amplia de contactos con acceso a capital y mercados y una imagen más destacada de sus actividades empresariales que la que podría ser posible en un emplazamiento industrial solitario. Todo ello redundará en su competitividad. Un estudio que abarca 20 años, dirigido Bruno y Cooper (1982), resalta que el 95% de las empresas que se crean en el Silicon Valley sobreviven a sus primeros cuatro años de existencia. En el resto de EE.UU. el porcentaje es del 75%. Ello se debe a la protección materna del Silicon Valley: la infraestructura del capital riesgo, los consultores, las redes de información entre compañeros y las industrias de apoyo. Con posterioridad, aproximadamente el 25% de las empresas cierran en los siguientes cuatro años. Además, existe una alta proporción de absorciones y fusiones.

La competencia en el Silicon Valley se basa, fundamentalmente, en comercializar productos de alta tecnología. Además, las empresas tratan de especializarse en una

pequeña variedad de productos, como señala Noyce, presidente de la empresa Intel: “Actuamos allí donde somos fuertes y tratamos de mantenernos fuera de la competición allí donde somos débiles, por eso invertimos gran cantidad de fondos en I+D”. Intel, con objeto de mantener su posición de empresa competitiva, tiene uno de los mayores porcentajes de I+D respecto a ventas entre las empresas de semiconductores. Ello le permite obtener ingentes cantidades de nuevos productos, entre los que, posteriormente, elegirá las innovaciones que va a fabricar. En el pasado, Intel aprendió una dura lección con los relojes digitales. Parecía sencillo colocar un chip de Intel en un reloj y venderlos conjuntamente. Pero esto implicaba un marketing dirigido a los consumidores más que a otra empresa electrónica. Creyó que era un juego tecnológico y resultó ser un juego comercial, con lo que se equivocó de estrategia y obtuvo un estrepitoso fracaso económico.

Las nuevas formas de competencia en el Silicon Valley incluyen acuerdos de intercambio de tecnología entre las empresas de semiconductores, el patrocinio de programas conjuntos de I+D y la colaboración a través de asociaciones para la promoción de la enseñanza de la ingeniería. Esto llevó a que, por ejemplo, en 1981, Intel y AMD acordaran desarrollar conjuntamente nuevos productos de semiconductores y fabricar cada uno de ellos el chip del otro, lo que supone un paso desde la competencia hacia la colaboración.

En el Silicon Valley (como en cualquier otro parque tecnológico) no todas las empresas compiten con base en la tecnología. Por ejemplo, la Fairchild Semiconductor representa la fuerza de la motivación comercial por encima de la motivación científica, aunque ello no quiere decir que dejase de lado la I+D. Otras empresas, como AMD, utilizan la estrategia de seguidor del líder. Hace años su presidente (Sanders) proclamaba que el microprocesador 8080 de AMD era el primer seguidor del Intel 8080. Esta estrategia se ha visto favorecida por la exigencia de los compradores a la empresa suministradora principal de que permita utilizar a una segunda empresa la patente o *know-how* que posee en exclusiva. Con ello los compradores evitan depender en exclusiva del vendedor principal, que podría imponerles un precio abusivo y, en algún momento, podría no ser capaz de suministrar una remesa de chip a tiempo.

El rendimiento de los parques tecnológicos depende del tamaño de las empresas que agrupan. De hecho, la distinta eficacia de los parques Route 128 y Silicon Valley no se puede atribuir a diferencias regionales en los costes inmobiliarios, salarios, impuestos o el montante de las compras del departamento de defensa de los EE.UU en las empresas localizadas en el parque. Una consideración más significativa es el gran número de pequeñas empresas organizadas en una red horizontal que domina el Silicon Valley. Por el contrario, Route 128 reagrupa un grupo de sociedades muy integradas verticalmente. Esta diferencia ha hecho que las empresas de Silicon Valley tengan una mayor capacidad de adaptación a los cambios, ya que su estructura descentralizada permite la búsqueda y aprovechamiento de múltiples oportunidades, con distintas combinaciones de competencias, tecnología y capital. Este tipo de estructura también favorece el aprendizaje y el flujo de información. Por el contrario, la mayor integración vertical de las empresas de Route 128 reduce su flexibilidad ante cambios en la tecnología, observándose, en consecuencia, tecnologías muy obsoletas. Además, la integración vertical priva a la economía regional de la infraestructura necesaria para aumentar la creación de empresas y colaborar seguidamente en su desarrollo (Saxenian, 1995). Estos resultados confirman la evidencia existente respecto a que las pequeñas empresas son mejores incubadoras que las grandes.

Bahrami y Evans (1995) definen Silicon Valley como un ecosistema en el que empresas efímeras contribuyen a crear un clima económico propio y cuya característica principal no tiene por fuerza que ser la supervivencia de aquéllas. De hecho, las empresas no sobreviven en Silicon Valley. Lo que hacen es convertirse en empresas diferentes: una empresa sustituye a otra. Los autores denominan a esto ‘reciclaje flexible’. Aunque el área deja una impresión general de estabilidad, es sumamente inestable en lo que se refiere a las empresas consideradas de manera individual.

En el Silicon Valley destacan algunos aspectos negativos, principalmente de orden social, que conviene resaltar: la obsesión por el trabajo, la elevada tasa de divorcios y las diferencias sociales, entre otros. La competencia, la importancia de ser el primero en introducir un nuevo producto en el mercado y la presión de los compañeros son circunstancias del trabajo que estimulan los empeños individuales maratonianos. Así pues, la meritocracia es un aspecto destacado de la ética de funcionamiento diario en el Silicon Valley. El único e importante criterio para la determinación del éxito es la capacidad en el trabajo. Este carácter unidimensional del *workaholic* es, entre otras, una de las razones por las que las personas toman vacaciones muy cortas. Así, resulta fácilmente comprensible que la tasa de divorcio en el Silicon Valley sea la más alta de California en su conjunto, que, a su vez, está un 20 por ciento por encima de la media de EE.UU. (Rogers y Larsen, 1984).

Los miles de ingenieros y ejecutivos del Silicon Valley suponen una cantidad importante de mano de obra. Los ingenieros y ejecutivos normalmente representan el 20 por 100 de la plantilla de la empresa de alta tecnología. El resto son administrativos y trabajadores manuales no cualificados, cuatro por cada ingeniero o ejecutivo. Por otra parte, cada ingeniero y ejecutivo de una empresa de alta tecnología suele crear 12 empleos indirectos en empresas de servicios. Este efecto multiplicador de 1 a 16 es lo que hace a las industrias de alta tecnología tan atractivas para el crecimiento de una región (Rogers y Learsen, 1984).

En contrapartida, el salario de los trabajadores de la línea de montaje es el más bajo de la industria (cercano al mínimo legal). Debido a la elevada rotación y a que para estos puestos no suele ser necesario el dominio del inglés, resultan relativamente fáciles de cubrir. En el Silicon Valley existe mucho trabajo sumergido, denominado ‘operaciones de garaje’: emplean a marginados y extranjeros que se encuentran en situación ilegal, muchos de los cuales son inmigrantes recientes de México o Vietnam, que no pueden aceptar un empleo legal.

Los empleos se generan a un ritmo explosivo y la construcción de viviendas se queda muy atrás. Mucha gente y la escasez de alojamientos crean un gran problema en el Silicon Valley. La clase superior, los ingenieros bien remunerados, residen en North Country. La otra mitad de la población del Silicon Valley residen en South Country, concentrada en San José y sus suburbios de Milpitas y Gilroy. En 1980 la renta familiar media en San José era de 22.886\$ y en Gilroy 19.139\$, frente a una renta familiar de 48.000\$ en North Country (Rogers y Learsen, 1984).

Europa ha generado dos tipos de parques de alta tecnología. Uno corresponde a los parques que se originan de forma natural, que crecen alrededor de universidades de investigación y que se parecen a los de Estados Unidos. El otro son los parques que han sido impulsados por las ayudas oficiales a empresas tecnológicas. Ambos pueden ser viables, aunque al

primer tipo le cueste más tiempo formarse. El período de gestación de un parque tecnológico, es decir, el tiempo que tarda el parque en madurar y alcanzar sus objetivos, ronda los veinte o veinticinco años (Giunta, 1994).

Por ejemplo, el Silicon Fen se ha desarrollado en su mayor parte sin intervención oficial y se parece al modelo estadounidense. Este parque situado en Cambridge ha creado 40.000 puestos de trabajo en la región y se estima que cada mes se crean 25 nuevas empresas de alta tecnología. Esta área se beneficia del patrimonio educativo e investigador de la Universidad de Cambridge, así como de una red de inversores y capital riesgo. Un gran número de empresas líderes europeas y estadounidenses –entre ellas, Microsoft– están en la región. El Sophia Antipolis situado en la Costa Azul, entre Niza y Cannes y el de Dublín son ejemplos de parques de éxito dirigidos por los gobiernos (Dearlove, 2003).

A pesar de la gran difusión de los parques tecnológicos, no está claro si realmente desempeñan un papel determinante en la creación de empresas de alta tecnología (Colombo y Delmastro, 2002). Los escasos estudios que comparan empresas dentro y fuera de los parques mediante el análisis de muestras emparejadas han dado lugar a resultados contradictorios. En primer lugar, no existe evidencia suficiente que respalde un mejor desempeño de las empresas situadas en los parques con respecto a las que está fuera. En un estudio pionero, Monck *et al.* (1988) encuentran que el número de científicos e ingenieros sobre el total de trabajadores, así como la intensidad en I+D, medida como la ratio de gastos en I+D entre ventas, era mayor en las empresas ubicadas en los parques. Sin embargo, dichos resultados no son estadísticamente significativos en el trabajo de Westhead (1997). De la misma manera tampoco resulta estadísticamente significativo ni el número de patentes registradas (Westhead y Storey, 1994) ni el de nuevos productos y servicios introducidos en el mercado (Westhead, 1997). No obstante, Westhead y Storey (1994) observan un mayor crecimiento durante el período 1986–1992 de las empresas situadas en parques tecnológicos británicos con respecto a otras empresas del mismo país. Sus resultados también indican que los parques atraen a empresarios más cualificados. Finalmente, también se cuestiona la capacidad de los parques para acercar el mundo empresarial a la comunidad académica. En concreto, hay una gran similitud entre las empresas dentro y fuera de los parques en aspectos tales como la contratación de personal académico, el patrocinio de contratos de investigación, el uso de servicios de consultoría universitarios y el empleo de recién graduados. La única diferencia notable es que un mayor número de empresas ubicadas en los parques aseguran tener contactos informales con personal universitario y utilizan, en mayor medida, recursos de la universidad, tales como material informático o servicios de biblioteca (Monck *et al.* 1988; Quintas *et al.*, 1992).

En los Estados Unidos, los parques tecnológicos todavía no han resultado ser los motores económicos que inicialmente se esperaba. Tampoco han confirmado de manera concluyente ser el emplazamiento idóneo donde las universidades puedan colaborar con la industria de la forma más eficaz, donde puedan comercializar la investigación de la forma más rápida o donde puedan desarrollar con éxito empresas derivadas (Giunta, 1994).

Hasta ahora, algunos parques europeos han tenido éxito en la generación de un flujo continuo de pequeñas empresas de alta tecnología con patentes de calidad mundial. En lo que han fallado es en generar el crecimiento suficiente para impulsar nuevas empresas de tecnología a una escala que les permita competir con los gigantes de la alta tecnología de los Estados Unidos. La diversidad cultivada en los parques tecnológicos multisectoriales

puede ser su mayor fortaleza, pero hasta ahora también ha sido su talón de Aquiles (Dearlove, 2003).

En determinados casos, los parques tecnológicos europeos se han convertido en polígonos industriales debido a las enormes inversiones realizadas para desarrollarlos y a la necesidad de generar ingresos a través de inquilinos que con sus cuotas contribuyan a pagar la deuda contraída. En otros casos, los parques tecnológicos se han desarrollado de manera que no fomentan una colaboración estrecha entre las personas o las organizaciones que están ubicadas en ellos. Por ello, algunos investigadores consideran que los subsidios públicos dedicados a los parques tecnológicos son solamente un método *second best* de imitar el ejemplo norteamericano. Según este punto de vista sería preferible mejores oportunidades para todos los empresarios innovadores (por ejemplo, reduciendo el impuesto sobre sociedades), en lugar de incurrir en un intervencionismo excesivo promocionando y subsidiando parques y a las empresas que se instalen en ellos.

El parque suele contar con una serie de organismos que facilitan la transferencia de tecnología y la creación de empresas, entre lo que se encuentran: viveros de empresas, centros de ciencia, centros tecnológicos, consultores tecnológicos y un centro de reuniones y contactos. Estos organismos también pueden crearse de forma independiente en diferentes zonas y normalmente los promueve la Administración Local.

Incubadora de empresas. Las incubadoras de empresas (centros o viveros de empresas) son grandes edificios que acogen pequeñas empresas en su interior durante los tres primeros años de su puesta en marcha para proporcionarles servicios de apoyo a cambio de una contraprestación económica más bien reducida. Los viveros se utilizan para: a) captar las empresas derivadas de la actividad universitaria y b) favorecer la aparición de pequeñas empresas que intentan convertir un invento o una idea original en un producto comercializable. Los criterios de selección son la edad de la empresa (debe ser recién creada) y la tecnología utilizada (debe ser novedosa). Durante esta fase, la empresa se aprovecha del consejo del personal responsable del vivero y de los servicios que éste proporciona a cambio del pago de una cuota de uso. Posteriormente, la empresa se puede ubicar en una de las parcelas del parque tecnológico (OCDE, 1994). Estos centros proporcionar una serie de servicios para las empresas, tales como: servicios comunes (teléfono, fax, sala de reuniones), servicios complementarios que se deben de pagar según su utilización (mecanografía, mailing, contabilidad, ordenadores, parking, etc.) y servicios de consultoría (elaboración de un plan de empresa, acceso a financiación, marketing y asesoría en dirección de empresas). Estos servicios se complementan con un programa de cursos de formación empresarial.

Los viveros de empresas también suelen localizarse en edificios singulares –por ejemplo, antiguos almacenes o fábricas– normalmente situados en zonas deprimidas para apoyar a las pequeñas empresas durante el período de arranque inicial. De hecho, muchos ayuntamientos utilizan esta figura para promover la creación de casi todo tipo de pequeñas empresas que tengan un cierto potencial de mercado.

Centro de ciencia. Es un organismo similar al centro de empresas en cuanto a su funcionamiento, pero que pretende atraer a la instalación a grupos de investigación industrial que están trabajando en los programas de investigación de la universidad. La permanencia de estos grupos en el centro es corta; por ejemplo, podría coincidir con la duración de un proyecto. Tiene las siguientes ventajas (Giunta, 1994):

- La decisión de una empresa de situar sus actividades de investigación y desarrollo en el centro de ciencia no supone una inversión financiera a largo plazo.
- Dado que los terrenos son limitados, y que no se dispone prácticamente de recursos económicos para construir nuevas instalaciones en el parque, se debe mantener siempre la flexibilidad máxima de cara a las necesidades imprevistas en el futuro.

Estos centros contribuyen a transferir tecnología desde la universidad a la empresa a través del trabajo en colaboración y mediante el contacto de los investigadores. Pueden ser, a su vez, unos buenos incubadores de empresas.

Centros tecnológicos. La Federación Española de Centros Tecnológicos (FEDIT, www.fedit.com) considera que los centros tecnológicos son organismos de investigación privados sin ánimo de lucro que disponen de los recursos materiales y humanos propios necesarios para la realización de actividades destinadas tanto a la generación de conocimiento tecnológico como a facilitar su explotación, ya sea por empresas existentes o mediante la generación de nuevas iniciativas empresariales, y cuyo éxito se mide en función de la mejora competitiva de las empresas y de su contribución al desarrollo económico de su entorno.

Estos centros tienen carácter sectorial y los crean un grupo de empresas del sector (que puede ser una asociación). También puede tomar la iniciativa el gobierno. En algunos casos, los centros los crean la universidad y un grupo de empresas con el apoyo del gobierno. El gobierno es el responsable de la viabilidad del centro. Las empresas son las que marcan los objetivos tecnológicos y, por medio de una cuota mensual, contribuyen a la financiación del centro. Los investigadores universitarios son quienes dirigen las investigaciones; si no participase la universidad esta función la realizaría personal del centro.

El centro tiene como función reforzar la posición competitiva de las empresas que lo crearon, poniéndoles al día en todos los avances tecnológicos que, a nivel mundial, se están dando en el sector, así como investigando en tecnologías comunes a todas las empresas. El centro cuenta con sus propios investigadores, que podrían dedicarse a estudiar las tecnologías que utiliza el sector, a realizar ingeniería inversa sobre los productos internacionales, así como a desarrollar tecnología propia. Estos resultados estarían disponibles de forma gratuita para las empresas impulsoras del centro. Por ejemplo, el centro podría realizar ingeniería inversa sobre el producto de un competidor internacional y, posteriormente, informar a las empresas del centro sobre las características del mismo, así como su relevancia tecnológica.

Las posibles patentes a que dieran lugar algunas investigaciones serían propiedad del centro que las licenciara gratuitamente a todas las empresas del mismo. El centro podría realizar por encargo trabajos para las empresas que se lo demandasen, lo que ayudaría a su financiación.

El centro, además de crear tecnología, proporciona asesoramiento tecnológico y formación. El centro puede asumir el papel de formar a los futuros trabajadores del sector. Esta formación la podría realizar en colaboración con la universidad y las empresas del sector, proporcionando, de esta forma, a los alumnos una formación más adaptada a la

situación empresarial. Puede ser, igualmente, una fuente de investigadores para las empresas.

LECTURA 2: CENTRO TECNOLÓGICO PARA LA INDUSTRIA DEL AUTOMÓVIL

Navarra ha puesto en marcha un centro de innovación y desarrollo tecnológico en automoción dotado de maquinaria única en España. Sus instalaciones de vanguardia, que han costado 16,6 millones de euros y han sido financiados conjuntamente por la Administración y por empresas automovilísticas, permite comprobar el comportamiento de todo tipo de piezas de los vehículos en condiciones extremas de funcionamiento.

El nuevo centro de innovación y desarrollo tecnológico cuenta con un simulador de carretera, uno de los 25 existentes en el mundo, que permite reproducir en laboratorio el comportamiento de las piezas del automóvil sometidas a todo tipo de condiciones. Tanto sus instalaciones como el trabajo de investigación de sus profesionales en las áreas de diseño y simulación virtual y laboratorios de ensayo están a disposición de cualquier fabricante que desee incrementar el diferencial tecnológico de su producto con respecto a sus competidores.

A pesar de ser el eje central del Centro de Innovación Tecnológica de Automoción de Navarra (CITEAN), el simulador de carretera, válido para ensayar módulos de sus pennis, ejes y vehículos completos hasta un peso bruto de 3.000 kilos, es sólo la cámara de tortura donde se experimenta el comportamiento final de las piezas del vehículo sometidas previamente a complejos sistemas de validación. En Europa existe apenas un puñado de aparatos similares, pero sus propietarios, consorcios como Renault, Volvo o Mercedes Benz, protegen celosamente sus instalaciones. El CITEAM, por el contrario, las ofrece a las empresas interesadas.

El centro, que funciona desde septiembre y se ha levantado sobre un terreno de 6.700 metros cuadrados, está gestionado y ha sido construido por la Fundación Cetenasa, tras una inversión que alcanzará los 16,6 millones de euros.

Sus servicios incluyen un área de diseño y simulación virtual, comprenden laboratorios de pruebas de componentes estáticos y dinámicos y se completarán próximamente con la construcción de una gran pista de pruebas de 200.000 metros cuadrados de superficie.

La apuesta estratégica de apoyo a este sector en crisis, esbozada por el Gobierno de Navarra en su Plan Tecnológico de 2000–2003, se ha construido en el campus pamplonés de la Universidad Pública de Navarra, con la intención de integrar a los investigadores universitarios en la dotación de valor añadido a una industria que demanda plazos más cortos en el diseño y comercialización de nuevos componentes para vehículos, 16 ingenieros superiores trabajan en diseño, simulación virtual y laboratorios de ensayos.

“Nuestra vocación es ser un referente para toda la industria española de automoción, garantizamos la confidencialidad de las pruebas y sus resultados y aportamos al sector instrumentos tecnológicos”, explica el director del nuevo centro de investigación, Leopoldo Palacios.

El Centro de Innovación Tecnológica de Automoción de Navarra proporciona soluciones globales de diseño, modelización, análisis y ensayos físicos para el desarrollo de componentes y sistemas complejos de automoción, incluyendo diseño y análisis estructural, durabilidad y fatiga, cinemática y dinámica vehicular, ruido y vibraciones.

Uno de los objetivos del centro es rebajar a apenas unos meses el plazo de diseño, validación y prueba de los nuevos componentes, un proceso que ahora dura varios años.

Fuente: Muez, M. (2003): “Al servicio del automóvil”, *El País*, 9 de noviembre, pp. 13.

Consultores tecnológicos. Las empresas de consultoría tecnológica, si bien no contribuyen de forma directa a la creación de empresas, sí son una buena referencia para el empresario al ayudar al despegue de su empresa. Cumplen las siguientes funciones: a) localizar las empresas regionales, en su mayoría pequeñas empresas, susceptibles de aprovecharse de una transferencia de tecnología; b) tomar contacto con el empresario, facilitarle informaciones de tipo tecnológico, proporcionarle asesoramiento y contactos (por ejemplo, con los organismos que intervienen en la transferencia, tales como universidades, empresas de consultoría, laboratorios, centro técnicos); c) ayudar a la empresa en las gestiones administrativas (sobre todo, las de tipo financiero, teniendo en cuenta la complejidad del sistema de ayudas) y d) asegurar el seguimiento de la transferencia (planificando el proyecto y controlando la ejecución) (OCDE, 1994). Por otra

parte, los asesores tecnológicos pueden ayudar a los investigadores a crear su propia empresa

Centro de reuniones y contactos. Un centro de reuniones y contactos contribuye a fomentar las relaciones informales entre los investigadores, que, posiblemente, sean el medio más eficaz para la transferencia de la tecnología. El centro de reuniones y contactos podría, a su vez, utilizarse desde la universidad como un instrumento para difundir su tecnología, a través de sesiones informativas e incluso mediante la apertura de una oficina de información.

4. LA TRIPLE HÉLICE

El modelo de triple hélice propone una gradual disminución de las diferencias entre disciplinas y entre distintos tipos de conocimientos, así como entre las diferentes instancias relacionadas con la vinculación entre la universidad, la industria y el gobierno, que permite el análisis desde la óptica particular de cada caso, por pares o bien en una forma integral. Etzkowitz y Leydesdorff (2000) proponen tres modelos de interacción diferentes (figura 3). En el modelo estático, el gobierno abarca el mundo académico y la empresa al tiempo que dirige las relaciones entre ellas. La versión fuerte de este modelo se puede encontrar en la antigua Unión Soviética. El modelo *laissez-faire* consta de distintos ámbitos institucionales con fronteras fuertes, divididas y claramente delimitadas las relaciones entre las esferas. El modelo triple hélice está generando una infraestructura de conocimiento en términos de superposición de esferas institucionales, donde cada uno toma el papel de los otros y con organizaciones híbridas emergentes en las interfaces.

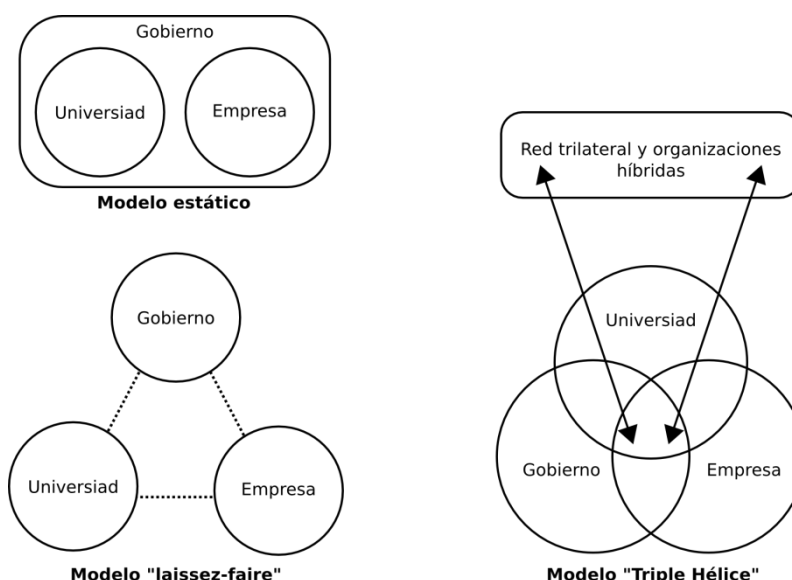


Figura 3: Modelo Triple Hélice (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000)

El modelo estático es visto como un modelo de desarrollo que ha fracasado. Con muy poco espacio en iniciativas de abajo hacia arriba, la innovación fue desalentada en lugar de fomentarse. El modelo *laissez-faire* recomienda una política de choque para reducir el papel del Estado. La premisa básica del modelo triple hélice es la transición a una sociedad del conocimiento. Y consta de tres elementos básicos (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000):

- Supone una mayor importancia del papel de la universidad en la innovación a la par con la industria y el gobierno basado en la sociedad del conocimiento.
- Hay un movimiento hacia las relaciones de colaboración entre los ámbitos institucionales en lo que la política de innovación es cada vez más un resultado de la interacción y no una receta del gobierno.
- Además de cumplir con sus funciones tradicionales, cada ámbito institucional también toma el papel de los roles de los otros, que operan en un eje de su nuevo papel, y en otro de su función tradicional.

La triple hélice es un modelo espiral de innovación que capta las múltiples y recíprocas relaciones en diferentes puntos del proceso de capitalización del conocimiento. La primera dimensión del modelo es la transformación interna en cada una de las hélices, tales como el desarrollo de vinculaciones latentes entre empresas mediante alianzas estratégicas o la asunción de una misión de desarrollo económico por universidades. La segunda dimensión es la influencia de una hélice sobre otra, por ejemplo, el papel del gobierno en el establecimiento de una política industrial. Cuando fueron modificadas las reglas de juego para la disposición de la propiedad industrial producida por la investigación patrocinada por el gobierno, las actividades de transferencia de tecnología se difundieron a un rango más amplio de universidades, produciendo el surgimiento de una profesión académica en transferencia de tecnología. La tercera dimensión es la creación de una nueva cobertura de redes trilaterales y organizaciones a partir de las interacciones entre las tres hélices, formadas con el propósito de formular nuevas ideas y formatos para el desarrollo de alta tecnología.

La triple hélice expresa la relación universidad–empresa–gobierno como una asociación entre iguales, relativamente independientes, de esferas institucionales que se solapan y toman el papel de las otras. Las relaciones bilaterales entre el gobierno y la universidad, la universidad y la empresa y el gobierno y la empresa se han ampliado en relaciones trilaterales entre las esferas, especialmente a nivel regional. Estas relaciones triádicas entre universidad–industria–gobierno están surgiendo a partir de diferentes puntos institucionales de partida en diversos lugares del mundo, pero con el propósito común de estimular el desarrollo económico basado en el conocimiento. Las viejas estrategias de desarrollo económico basadas fundamentalmente, ya fuera en el sector industrial, como Estados Unidos, o en el sector gubernamental, como en América Latina, están siendo suplantadas, si no sustituidas, por estrategias de desarrollo económico basado en el conocimiento, devengando recursos de las tres esferas.

Está surgiendo una nueva configuración institucional para promover la innovación, la triple hélice de universidad, empresa y gobierno, en la que la universidad desplaza al gobierno como actor principal. La dinámica de la sociedad ha cambiado desde poderosas fronteras entre esferas y organizaciones institucionales aisladas a un más flexible sistema de solapamiento, en el cual cada una asume el papel de las otras. La universidad es una empresa fundadora mediante instalaciones de incubación; la industria es una entidad educadora a través de universidades empresariales y el gobierno

es un capitalista de riesgo por medio de la inversión en la innovación en pequeñas empresas y otros programas. El gobierno ha estimulado también la I+D entre empresas, universidades y laboratorios nacionales para resolver problemas de competitividad nacional.

Desde cada uno de estos modelos previos, ya sea el del estado que predomina sobre las otras esferas institucionales o el de las esferas separadas entre sí, estamos orientándonos hacia un modelo en que se solapan las esferas institucionales y la colaboración y cooperación entre ellas.

El modelo innovador de la triple hélice, en el que convergen las esferas institucionales académicas, industriales y gubernamentales y cada una asume el papel de las otras, ha sido interpretado de diferentes formas en distintas partes del mundo. En países donde la interfaz marcha bien, sea que ocurra de abajo arriba, a través de interacciones de individuos y organizaciones de diferentes esferas institucionales, o de arriba abajo, estimulado por decisiones políticas, el modelo de la triple hélice puede ser considerado como un fenómeno empírico. Estados Unidos ha sido visto como un ejemplo de la primera modalidad de desarrollo del modelo y Europa un ejemplo de la última.

Etzkowitz (2008) propone un modelo para la intervención en las políticas públicas de desarrollo regional basado en un esquema de tres etapas sucesivas: espacio de conocimiento, espacio de consenso y espacio de innovación (figura 4).

Etapas de desarrollo	Características
Creación de un espacio de conocimiento	Concentrado en un contexto regional, donde diferentes actores trabajan en mejorar las condiciones locales para la innovación mediante la concentración de actividades relacionadas con la I+D y otras operaciones apropiadas
Creación de un espacio de consenso	Las ideas y estrategias se generan en una triple hélice de interacciones múltiples recíprocas entre los sectores institucionales (académico, público y privado)
Creación de un espacio de innovación	Intento de lograr los objetivos articulados en la fase previa: establecer y/o atraer capital de riesgo público y privado (combinación de capital, conocimiento técnico y conocimiento empresarial)

Figura 4: Marco conceptual del desarrollo económico regional basado en el conocimiento (Etzkowitz, 2008)

El gobierno ha creado una serie de programas para estimular el desarrollo económico basado en el conocimiento. Estos programas tienen en común el compromiso de fondos públicos para respaldar el desarrollo empresarial de tecnología en situaciones donde el capital riesgo privado encuentra un riesgo excesivo en el emprendimiento

4.1. Relaciones universidad empresa

La universidad y la empresa deben mantener unas relaciones fluidas, que faciliten el intercambio de experiencias y conocimientos, contribuyendo, de esta forma, a la creación y difusión de la tecnología. Las relaciones universidad empresa se puede manifestar en cuatro aspectos fundamentales (Santoro y Chakrabarti, 2002):

1. Financiación de la investigación (donaciones). Es la forma de colaboración menos interactiva, pero resulta fundamental en muchos países. Las empresas facilitan recursos financieros a las universidades, que utilizan para dotar de equipos a los laboratorios, conceder becas a estudiantes y jóvenes investigadores y promover nuevos proyectos de investigación básica.

Antiguamente, las empresas acostumbraban a realizar donaciones a las universidades en forma de fondos o equipos destinados a la investigación. Sin embargo, actualmente la financiación empresarial se dirige a proyectos más concretos, como el refuerzo de la financiación de una línea de investigación que está desarrollando la universidad cuyos resultados pueden interesar a la empresa.

2. Investigación de encargo. Esta colaboración es más interactiva que la anterior e incluye contratos con investigadores individuales, consultoría y acuerdos con grupos de investigación, normalmente para afrontar problemas que preocupan a la empresa.

Los contratos individuales, así como las labores de consultoría, son las modalidades más extendidas. Normalmente involucran a un único miembro de la universidad (en su caso, un equipo de investigación) y una sola empresa en una investigación aplicada concreta. Así pues, mediante los proyectos de investigación, un equipo de investigadores se compromete a llevar a cabo una determinada investigación financiada por la empresa. Las obligaciones de las partes se recogen en el correspondiente contrato. Otros acuerdos más amplios suponen la participación de varios grupos de investigación universitarios, así como de varias empresas, que desarrollan un programa de investigación encaminado a desarrollar o profundizar en aspectos de sumo interés.

3. Transferencia de conocimiento. Abarca actividades mucho más interactivas, como interacciones personales de tipo formal e informal, formación conjunta, desarrollo del currículum e intercambio de personal.

Los intercambios formales e informales pueden concretarse, entre otras, en actividades como la realización conjunta de una investigación concreta, que posteriormente se codifica en libros, artículos o ponencias.

La transferencia de conocimiento también se manifiesta en las prácticas en empresas de los estudiantes. Mediante dichos programas, los estudiantes se familiarizan con el mundo empresarial. A su vez, las empresas se aseguran que la formación de aquéllos se adapte a sus necesidades particulares y, además, puede utilizar las prácticas para valorar su desempeño y contratar a los más eficientes. Los derechos y obligaciones de las empresas y la universidad se recogen en un convenio marco estándar. De esta forma, la contratación de estudiantes recién graduados por parte de la empresa es la principal manera de transferir conocimiento a las mismas.

En determinados países adquieren singular importancia los convenios que facilitan que, durante un período de tiempo determinado, profesores de la universidad desarrollen su especialidad en la empresa y, por otra parte, especialistas de la empresa realicen tareas docentes e investigadoras en la universidad. A veces, las empresas ponen a disposición de la universidad la primera versión de su nuevo producto, con objeto de que los estudiantes universitarios puedan detectar fallos o nuevas aplicaciones que aprovechan las empresas

para mejorar el potencial del producto. Igualmente, los estudiantes al estar familiarizados con el producto, será el que utilizarán en la empresa que les contrate.

4. Transferencia de tecnología. Comprende una gran variedad de actividades, lo que implica una fuerte relación entre la empresa y la universidad. Sin embargo, esta modalidad de colaboración se centra en satisfacer necesidades inmediatas y específicas de la empresa, mediante el desarrollo de tecnologías de manera conjunta por la universidad (que aporte el conocimiento y la formación) y la empresa (que contribuye con su experiencia en la industria y una clara especificación de las necesidades). Pueden dar lugar a la creación de *joint ventures*, uso de licencias, consultoría y asesoramiento tecnológico.

Por todas las razones mencionadas, en España ambas instituciones tienen que encontrar vías convergentes para estrechar lazos permanentes y eficaces. Sin embargo, el camino no es fácil, ya que investigadores universitarios y empresas han levantado una serie de barreras a la colaboración, que provocan una actitud de desconfianza y, en algunos casos, una falta de respeto mutuos.

UNIVERSIDADES	PYMES
Concepción o visión • Investigación y Desarrollo más bien fundamental • Investigación y Desarrollo orientados con vistas a colaboraciones supranacionales • Búsqueda de la mejor solución posible (sin presiones de rentabilidad) • La investigación acabará por ser de carácter público (publicada) • Comportamiento individualista ante la burocracia universitaria • Objetivos de investigación integrada con las otras tareas educativas y administrativas	Concepción o visión • Investigación y Desarrollo más bien aplicada • Investigación y Desarrollo orientados a las necesidades de una determinada empresa • Búsqueda de soluciones satisfactorias y rentables • Deseo de secreto o de una gran discreción • Comportamiento individualista que debe adaptarse a un entorno competitivo • Objetivos operativos (Investigación y Desarrollo a menudo marginal y esporádicos)
Lenguaje • Enigmático y tortuoso	Lenguaje • Sencillo y eficaz
Marketing • Capacidad limitada de darse a conocer por sí mismas	Actitud frente a la universidad • Ignorancia o desconfianza por parte de las PYMES
Recursos Humanos • Limitados, de gran calidad, pero muy especializados	Recursos Humanos • Limitados, de calidad media o poco especializados, pero más adaptables
Infraestructuras • De gran calidad técnica • Tanto para la enseñanza como para la investigación • A menudo infrautilizadas	Infraestructuras • Ausentes o limitadas, pero en este caso muy adaptadas para las operaciones ordinarias
Tiempo disponible • No limitado y complejo (difuso entre las otras tareas) • Planificado más bien a largo plazo, pero desorganizado	Tiempo disponible • Limitado o de corto plazo • Más bien para soluciones espontáneas (comportamiento en general reactivo)
Capacidad financiera • Limitada, debe ser sostenida por el Estado • Necesidad de convenios a medio o largo plazo • Problemas en la distribución de beneficios procedentes de resultados	Capacidad financiera • Limitada, necesita ayuda del Estado • Prefiere los contratos a corto plazo

Figura 5: Las diferencias entre universidades y empresas (OCDE, 1994)

Barreras a la colaboración. En España, las empresas encuentran los siguientes problemas a la colaboración: a) personal demasiado académico y sin experiencia industrial, que desconoce los problemas y necesidades de la empresa; b) desconocimiento de las áreas en las que la universidad está trabajando y de los equipos que ésta posee; c) funcionamiento burocrático de la universidad, con un exceso de trámites para poder firmar un convenio de colaboración y d) profesorado que considera que la investigación aplicada y la solución de problemas concretos de la industria no tiene suficiente nivel científico para abordarlo. No se mencionan como muy importantes

otra serie de barreras, que resaltan las empresas de otros países industrializados, como la confidencialidad y la propiedad de los resultados.

Las empresas tienden a considerar que lo que sucede dentro de la ‘torre de marfil’, como definen a la universidad, no tiene nada que ver con la vida real. Ahora bien, la historia de los avances científicos demuestra claramente que tal premisa está totalmente equivocada. De hecho, muchos de los avances en el sector químico más rentables en el mercado procedían, no de investigaciones aplicadas realizadas en la empresa, sino de las investigaciones realizadas en la universidad.

Por otro lado, a la industria le resulta difícil conocer qué grupo de investigación podría solucionar mejor un problema particular en un determinado campo. En este sentido, las empresas muestran un desconocimiento casi total de lo que se está investigando en la universidad y de su potencial tecnológico. De igual forma, también ignoran cómo entrar en contacto, con quién, dónde y a qué precio.

La burocracia universitaria es una barrera adicional a la cooperación. La organización universitaria de tipo departamental dificulta la cooperación con la empresa, al agrupar los investigadores por especialidades. Sin embargo, la mayoría de los proyectos empresariales no vienen definidos por especialidades técnicas específicas, sino que requieren conocimientos pluridisciplinarios. Esto hace que sea necesaria la participación de investigadores de diferentes especialidades y la colaboración estrecha entre ellos. Ahora bien, el tipo de organización departamental dificulta la creación de estos equipos multidisciplinarios, no sólo porque crea barreras difíciles de salvar para la coordinación requerida y la consecución del resultado final, sino también porque está sujeta a la correspondiente aprobación de los órganos de gobierno de los distintos departamentos participantes. Por otra parte, el proyecto de investigación debe pasar varios trámites burocráticos (Consejo de Departamento, Vicerrectorado de Investigación y, en algunos casos, Junta de Gobierno) antes de lograr su aprobación definitiva por parte de la universidad, lo que retrasa la firma del proyecto y desconcierta a la empresa.

La investigación es lo que diferencia básicamente a la universidad de otras instituciones docentes. El objetivo primordial de los investigadores universitarios es lograr un elevado estatus académico que les permita promocionar en su carrera profesional, a la par que obtener el reconocimiento de sus colegas. En consecuencia, se centran en profundizar en temas científicos de interés universal y publicar, lo más rápidamente posible, los resultados alcanzados en revistas relevantes y de amplia difusión. Es por ello que dedican el máximo tiempo posible a la investigación científica y consideran tiempo perdido el dedicado a otro tipo de actividades. Por lo tanto, para la mayoría de los investigadores universitarios el descubrimiento de nuevos conocimientos es el más noble de los empeños y, por este motivo, están preocupados por preservar su libertad académica, tratando de no limitar sus campos de investigación a las demandas concretas de la industria.

En consecuencia, los investigadores universitarios temen que la intromisión, mediante ayudas, financiación y donaciones de las empresas en las universidades, pueda atentar contra la libertad de cátedra, al orientar y/o imponer el tipo de investigación a realizar. Esto significa que consideran que, en cuanto se introducen criterios utilitaristas en las universidades, éstas olvidan su misión primordial, que no es otra que el descubrimiento científico y enseñar los saberes.

Los proyectos de investigación financiados por las empresas cuentan con escasos incentivos económicos para los investigadores universitarios, ya que la casi totalidad de los recursos se dedican a la adquisición de instrumentos y material de laboratorio, por lo que la remuneración adicional de los investigadores con cargo al proyecto es mínima. Por su parte, el soporte administrativo universitario a disposición de los investigadores para realizar las labores burocráticas que conlleva la organización de un proyecto de investigación es insuficiente. De hecho, suelen ser ellos mismos quienes deben realizar parte de este trabajo, lo que da lugar a muchas insatisfacciones y hace que sean renuentes a realizar acuerdos de colaboración con las empresas.

A su vez, las empresas tienen dificultades para especificar sus necesidades a la universidad, ya que utilizan un lenguaje diferente. Además, no siempre colaboran lo suficiente durante la definición del proyecto de investigación. Todo ello dificulta la delimitación correcta de las necesidades tecnológicas de la empresa, que, a su vez, se agrava cuando existen diferentes niveles científicos entre la fuente y el receptor. De esta forma, la universidad adquiere compromisos que no puede cumplir y la empresa espera del proyecto más de lo que puede recibir.

Los investigadores rechazan colaborar con las empresas, ya que están interesadas únicamente en solucionar problemas inmediatos, relacionados con sus intereses económicos. A menudo, estas soluciones no representan ningún reto intelectual para el investigador universitario, sobre todo si se trata de actividades de desarrollo tecnológico, que no requieren una investigación profunda cuyos resultados sean susceptibles de publicación en una revista relevante.

Por otro lado, los investigadores universitarios no están acostumbrados a trabajar al ritmo de la empresa, ya que ello exige la finalización del proyecto de investigación en el plazo previsto, máxime si está relacionado con el desarrollo de un nuevo producto. Por tanto, debido a la premura de tiempo, los investigadores tienen que escoger una solución aceptable, en lugar de intentar obtener la óptima, lo que no es de su agrado. La universidad busca la perfección. Sin embargo, la empresa prefiere la rapidez. A la primera le interesa un conocimiento nuevo, mientras que la segunda pretende una utilización a tiempo de tecnología original. En este sentido, a la universidad suele acusársele de no reconocer la presión del tiempo en los negocios.

La universidad debe reconocer también la importancia para la empresa de la garantía del secreto, tanto de la información suministrada como de la que se deriva de la realización del proyecto. En este sentido, los investigadores universitarios desean publicar rápidamente los resultados de la investigación en una revista de prestigio, mientras que la empresa desea mantenerlos en secreto hasta obtener la correspondiente patente. La confidencialidad es un problema más importante para las grandes empresas que para las pequeñas. Una posible razón es que las grandes empresas que colaboran con la universidad lo hacen en investigación aplicada, estando los universitarios muy interesados en publicar los resultados obtenidos. De otro lado, la mayoría de las empresas de menor tamaño se relaciona con la universidad para la solución de aplicaciones y problemas industriales de escaso nivel científico, cuyos resultados no son susceptibles de publicación en revistas de prestigio académico. El problema de la confidencialidad puede tener una solución generalmente aceptada, como es la de dar un margen de tiempo a la industria para que

proteja el invento o realice las actividades oportunas antes de que los universitarios publiquen los resultados.

La titularidad de los resultados de la investigación puede ser otra barrera crucial, ya que, en algunos casos los inventos resultantes pueden proporcionar elevados beneficios. En España las universidades tienen actualmente resuelto el problema mediante el uso de contratos estándar, donde se especifican el papel que juegan y los beneficios que les corresponden a las tres partes implicadas en el proyecto: la universidad, el equipo de investigación y la empresa.

La empresa también puede considerar que su propia investigación es muy buena y que, en consecuencia, no necesita colaborar con nadie. Por ello, en ocasiones, el personal de investigación y desarrollo de una empresa no es receptivo a ideas y enfoques nuevos y creativos, dando lugar al síndrome no-inventado-aquí, según el cual o no se recibe bien o se rechazan aquellas ideas que no proceden de la investigación realizada dentro de la empresa.

Finalmente, las empresas, sobre todo las de menor tamaño, son muy críticas con la universidad, al considerar que tiene como obligación (debido a su financiación pública) satisfacer, a un coste muy bajo, sus necesidades de desarrollo tecnológico y de asesoramiento empresarial, lo que, de alguna manera, no contribuye a mejorar las relaciones universidad empresa.

Beneficios de la colaboración. La existencia de las barreras enumeradas hace que las relaciones universidad empresa sean poco fluidas. De hecho, los proyectos de investigación que realizan los investigadores universitarios para las empresas responden fundamentalmente a iniciativas individuales sobre temas muy concretos, que, en la mayor parte de los casos, son más bien actividades esporádicas, que se podrían denominar de asesoramiento empresarial. Sin embargo, la colaboración con la industria en determinadas circunstancias podría representar para los investigadores universitarios un cúmulo de beneficios: méritos a añadir en el *currículum vitae*, financiación de proyectos, contacto con la realidad, fertilización cruzada de ideas, nuevas experiencias, acceso a equipo industrial especializado, colaboración con otros investigadores, nuevos campos de investigación y un complemento en su remuneración.

Por otra parte, la colaboración con la universidad proporciona beneficios de diversa índole a la industria. Así, la universidad es un medio para reclutar personal muy cualificado y, en algunos casos, es la motivación más importante que encuentran las empresas para llevar a cabo acuerdos de colaboración. Mediante los contratos en prácticas las empresas pueden observar *in situ* las cualidades de los estudiantes y, posteriormente, seleccionar los más adecuados. Lo mismo ocurre con los becarios de investigación adscritos a proyectos y que desarrollan parte de su trabajo en la empresa.

Además, los investigadores de la empresa adquieren de la universidad información acerca de los últimos avances en su disciplina científica, lo que puede estimular su creatividad y desarrollar nuevas tecnologías. Al mismo tiempo, el hecho de que los investigadores universitarios pertenezcan a un mundo diferente al de las empresas les confiere una imagen de neutralidad, inspirando, por tanto, una mayor confianza que otras fuentes de información científica y tecnológica. Igualmente, la colaboración favorece la fertilización cruzada de ideas, dando lugar a nuevos productos.

Al mismo tiempo, al colaborar con la universidad, las empresas mejoran su imagen pública y consiguen reducir el tiempo de transferencia al mercado de los resultados de las investigaciones. Además, las universidades pueden contar con equipos e instrumentos especializados, necesarios para realizar determinados análisis, que ponen a disposición de las empresas durante el período de colaboración.

A su vez, el coste de un proyecto de investigación contratado a la universidad es inferior al realizado intramuros. Esto se debe, en muchos casos, a que los investigadores universitarios no imputan al coste del proyecto muchos de los costes que conlleva su desarrollo (como las amortizaciones de los equipos y el coste de los reactivos utilizados), ya que se han financiado con fondos públicos. También es cierto que los sueldos de los investigadores de las empresas son superiores a los que reciben los becarios y ayudantes que trabajan con el investigador principal en el proyecto.

La universidad también puede ser un buen campo de experimentación para prototipos o primeras versiones de nuevos productos. Por ejemplo, algunos fabricantes de equipos informáticos donan material a las universidades para que los profesores y los estudiantes ensayen el prototipo, contribuyan a su mejora y se familiaricen con él, a la par que desarrollan una lealtad a la marca.

La colaboración con la universidad es más fácil para las grandes empresas (más de 100 trabajadores), ya que utilizan lenguajes similares y tienen niveles de conocimientos científicos parejos. En el caso de las pequeñas y medianas empresas, la colaboración con la universidad parece reportar mejores resultados cuando la llevan a cabo empresas de tipo mediano (50–100 trabajadores) que cuando lo hacen empresas pequeñas (menos de 50 trabajadores), sobre todo si estas empresas tienen un departamento de investigación y desarrollo relativamente bien organizado y poseen cierta cultura de investigación. Esto permite relaciones más duraderas, que suelen basarse habitualmente en la firma de convenios a largo plazo más que de contratos puntuales a corto plazo. Asimismo, las relaciones con la universidad también parecen más fructíferas cuando se trata de propietarios de segunda generación, sobre todo si éstos cuentan con estudios universitarios. Estos dirigentes conocen ya el lenguaje científico y, en algunas ocasiones, al investigador o investigadores con quienes van a colaborar.

Eliminación de las barreras. En España, la universidad carece de incentivos directos para la colaboración. Su papel privilegiado para recibir del gobierno fondos para la investigación hace que los investigadores se sientan cómodos con la situación actual, por lo que no tienen ninguna necesidad de colaborar con la industria. De ahí que un buen incentivo para fomentar las relaciones universidad empresa sea cambiar el modelo de financiación de aquélla, de forma que los investigadores se vean implicados en la búsqueda de proyectos industriales. No obstante, hay que tener en cuenta que determinadas disciplinas, sobre todo las relacionadas con las artes y las letras, se verían muy perjudicadas.

La Administración puede utilizar el gasto público para favorecer las relaciones universidad empresa al subvencionar proyectos concertados en los que sea obligatorio que participen investigadores de ambas instituciones.

Algunas otras medidas necesarias para fomentar las relaciones universidad empresa, son las siguientes: desarrollar una red de contactos informales, crear organismos de enlace y crear los institutos de investigación.

Las relaciones universidad empresa se pueden fomentar mediante acciones de carácter formal (por ejemplo, asociaciones de investigación y contratos de investigación) o informal (conferencias, cursos y seminarios, entre otros). La evidencia empírica sugiere que los vínculos informales suelen ser más importantes que los formales y que, normalmente, son una condición previa para establecer vínculos más formales y estables. La realización de reuniones con las empresas para divulgar los avances tecnológicos logrados por la universidad, así como la celebración de conferencias, mesas redondas, seminarios de divulgación científica, etc. son mecanismos muy eficaces para fomentar y apoyar las relaciones universidad empresa. A nivel internacional, los programas de cooperación educativa han demostrado ser los de más éxito.

Con el fin de superar los problemas derivados de las diferencias existentes entre universidad y empresa, se ha sugerido la idea de utilizar la mediación de un ‘agente’ o interfaz que relacione a la universidad con las empresas. Un sistema de este tipo permitiría adaptar los comportamientos, el lenguaje y los trabajos de una parte a las necesidades de la otra, si bien implicaría, en ciertos casos, la colaboración estrecha de ambas partes para la solución de problemas concretos y delimitados. En este sentido, la Universidad o la Administración Pública pueden crear un Organismo de Enlace (en España existen las Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación, OTRIs, de escasa eficacia, quizá por no contar con una gestión profesionalizada y objetivos claros), para favorecer la circulación de información y ayudar a los investigadores universitarios a proteger los conocimientos tecnológicos que desarrollan. Este organismo tiene las siguientes funciones: a) promover la investigación básica y aplicada, b) examinar desde el punto de vista jurídico y financiero todos los contratos de investigación de la universidad, c) difundir las informaciones sobre los programas europeos, d) buscar empresas aptas para recibir las tecnologías elaboradas por la universidad, e) registrar patentes en nombre de la universidad, f) otorgar licencias de explotación a empresas, g) participar en la creación de nuevas empresas, h) hacer estudios de mercado, i) promover y potenciar la prestación de servicios al exterior desde la universidad, j) realizar un inventario, tanto potencial como actual, de la oferta de tecnologías y servicios de la universidad para darlo a conocer a las empresas y k) realizar los trámites burocráticos para la formulación de convenios, su posterior cobro a las empresas y el pago a los profesores. También debería visitar asiduamente a las empresas con el fin de averiguar los campos de investigación en los que están interesadas (esto, a su vez, permitirá orientar futuras investigaciones universitarias), conocer sus necesidades tecnológicas, obtener información sobre la estructura tecnológica que poseen, detectar vías de colaboración, buscar sinergias y explicarles las líneas de investigación de los departamentos e institutos universitarios.

Una actividad importante que debería llevar a cabo este organismo de enlace es la divulgación en la industria de los acuerdos de colaboración que ha llevado a cabo la universidad con las empresas, ya que la evidencia empírica pone de manifiesto que las empresas están más dispuestas a colaborar con la universidad si conocen la existencia de colaboraciones previas con éxito. Igualmente, este organismo debe buscar la firma de convenios, ya que los estudios en los países industrializados han mostrado que la satisfacción en las relaciones aumenta con contratos a largo plazo que forman parte de

convenios marco que permiten a las universidades y a las empresas conocer sus aspectos positivos y sus límites recíprocos.

Los organismos de enlace utilizan diversos medios para hacer publicidad sobre su capacidad de transferencia a las empresas de información científica y tecnológica. Estos medios consisten, en primer lugar, en folletos diversos y catálogos en los que las empresas pueden encontrar: los ámbitos de competencia de los investigadores y de los centros de investigación, una lista de resultados de investigaciones realizadas en la universidad y algunos ejemplos de contratos aprobados con empresas. La mayor parte de los organismos de enlace realizan un envío general de estos folletos a todas las empresas de una zona determinada y, a veces, un envío con blanco determinado en empresas tipo. Otros organizan anualmente una jornada de ‘puertas abiertas’ para mostrar a las empresas los laboratorios de la universidad e informarles de las actividades que allí se realizan o participan en ferias tecnológicas o en bolsas de transferencia de información tecnológica. También organizan seminarios de corta duración para informar a las empresas acerca de los conocimientos, tecnologías y recursos de la universidad. Por último, algunos recurren a ‘agentes’ para realizar gestiones ante empresas elegidas como blanco. Con arreglo a los estudios efectuados, parece que la publicidad general resulta poco eficaz y que hace falta, preferentemente, fijar como blanco a empresas concretas y desarrollar relaciones más ‘personalizadas’.

La eficacia de los organismos de enlace supone que dispongan de recursos suficientes y, principalmente, de personas con plena dedicación para ocuparse de los contactos y de la publicidad. Al mismo tiempo, debido a la necesaria personalización de las relaciones con las empresas, es importante que los organismos de enlace no se conviertan en pantallas entre las empresas y los investigadores, que sepan respetar la independencia tecnológica y científica de éstos últimos y que su seguimiento de la aplicación de los convenios y contratos no llegue a ser inquisitorial.

Tiene singular importancia la creación de institutos de investigación pluridisciplinarios, a ser posible apoyados por la Administración. Con los institutos universitarios se pretende eliminar la burocracia y el desconcierto en el que se ve sumida la empresa, al tener que acudir a investigadores especializados en diferentes disciplinas (y, por lo tanto, ubicados en distintos departamentos) para que le solucionen un problema tecnológico determinado.

5. FINANCIACIÓN DE LA INNOVACIÓN

Hay que diferenciar entre financiación interna y financiación externa. La financiación interna se puede generar a través de ganancias retenidas u otros colchones financieros. Sin embargo, si una empresa no tiene suficiente riqueza para financiar sus proyectos de inversión internamente, tiene que obtener capital externo de inversores ajenos a la empresa.

Las fuentes de financiación externas más importantes son la financiación informal, el capital riesgo, la financiación bancaria, la financiación de mercado, la salida a bolsa y el apoyo gubernamental. La disponibilidad de cada una de estas fuentes para una empresa depende de varios factores, como su fase de desarrollo en el ciclo de vida, el riesgo de su negocio o la disponibilidad de activos que constituyen garantías reales para el inversor o prestamista. La financiación informal, el capital riesgo y la financiación

bancaria son aportados por intermediarios financieros, mientras que la financiación de mercado y la salida a bolsa son formas de financiación directa.

Freear y Wetzel (1990) analizan la historia financiera de 284 empresas innovadoras creadas en Nueva Inglaterra entre 1975 y 1986. El objetivo era determinar las fuentes de financiación de estas empresas. Comprobaron que los individuos privados eran la fuente de financiación más utilizada. La segunda la ocupaba los fondos de capital riesgo. Un reducido número de empresas obtuvieron fondos de empresas no financieras y del mercado de capitales. Los autores concluyen que los fondos individuales y los de capital riesgo desempeñan papeles complementarios, no antagónicos.

Financiación personal. Para un emprendedor es imprescindible tener algunas inversiones personales en la empresa, las cuales por lo general provienen de sus ahorros. Usar tarjetas de crédito para ayudar a financiar a las empresas se ha vuelto cada vez más común entre los emprendedores. Esta alternativa se conoce como *bootstrapping* (calzarse la bota).

Financiación informal. La familia y amigos aportan financiación con un alto grado de riesgo a nuevas y crecientes compañías, en ocasiones activamente apoyando a los emprendedores con su conocimiento y experiencia. Se pueden identificar a los familiares y amigos que quieren apoyar al emprendedor emocionalmente, técnicamente y financieramente. Los emprendedores que se financian mediante los recursos de amigos y familiares están arriesgando sus relaciones personales. Por ello, sólo deberá aceptar el dinero de un amigo o pariente si no afectará significativa y financieramente a esa persona, en caso de perderlo. La financiación informal es una categoría muy amplia, que se caracteriza por su intensa implicación en la empresa participada. Por eso, los costes de búsqueda de información son relativamente bajos. El principal inconveniente es que el alcance de las inversiones de intermediarios informales es relativamente pequeño, porque los recursos son limitados y el riesgo muy elevado, dado que el conocimiento financiero es muchas veces limitado.

Financiación bancaria. Bancos son intermediarios financieros que actúan como supervisores de legados, acumulando el capital de un gran número de inversores individuales y financiando proyectos de inversión de un gran número de empresas. Su actividad se centra en ofrecer créditos y préstamos, con y sin garantías reales. A diferencia de la financiación en los mercados de valores, en los que los incentivos de controlar al emisor de deuda o a las participaciones en capital son bajos, estos intermediarios sí controlan, porque los retornos del control son suficientemente grandes. Con carteras grandes y bien diversificadas, los bancos pueden garantizar un rendimiento a sus depositantes y pueden comprometerse de manera creíble con una cierta actividad de control de los retornos de sus proyectos de inversión. Es mucho más eficiente para un prestamista, especialista en obtener información, revisar y controlar un gran número de compañías que para un gran número de prestamistas individuales. El intermediario acumula fondos de depositantes, les asegura un retorno fijo y diversifica estos fondos en varios proyectos. Esto reduce el riesgo y ofrece diversificación a los depositantes. No obstante, esto es sólo cierto a nivel agregado y diversificado, no a nivel individual, como ocurre en los fondos de capital riesgo. Dada su función como supervisor delegado, el banco está muy restringido para asignar financiación a empresas pequeñas y jóvenes, porque, por su limitado historial, es difícil señalar a los depositantes que se trata de negocios aptos para recibir créditos. Las cajas de ahorros y las cooperativas de

crédito mitigan parcialmente este problema prestando dinero dentro de un círculo socio-económico más conocido. Pero esa opción se ve obstaculizada por su limitado alcance, implicando menos oportunidades de diversificación y, por eso, un riesgo más elevado. Cuando los bancos tienen una cartera de préstamos empresariales grande y bien diversificada, pueden ser capaces de solucionar el problema de incentivos. El alcance de la diversificación depende del grado de incertidumbre. Una parte es exógena y se puede eliminar a través de la diversificación. Pero otra parte depende del rendimiento del emprendedor. Esta incertidumbre endógena es difícil de controlar. Las empresas con grandes gastos en investigación y desarrollo tienen un mayor ámbito para un comportamiento discrecional, por lo que controlarles es muy costoso para el banco. Por eso, tanto los efectos del ciclo de vida como las características del negocio son importantes para evaluar cuáles de las alternativas financieras son accesibles para empresas, incluso en un sistema basado en bancos como es el caso de toda Europa Continental. También el mercado español está claramente basado en financiación bancaria, pero eso no significa que esa financiación sea accesible para todas las compañías españolas. Sin embargo, conseguir financiación bancaria es más factible para empresas en etapas iniciales de vida, incluso, que acceder financiación en los mercados.

Financiación de mercado. La financiación de mercado consiste en la emisión de títulos de deuda por prestatarios en mercados públicos, que está solo disponible para un número de empresas relativamente pequeño, porque las asimetrías de información tienen que ser bajas. Los mercados financieros aportan un alto grado de información sobre las reglas de decisión en corporaciones. Un número de inversores altamente dispersos, que tienen incentivos económicos muy bajos de supervisar empresas para controlar problemas de agencia, aportan financiación en mercados financieros, por lo que resulta ser un requisito previo que las compañías aseguren su credibilidad. Los mercados financieros agregan y centralizan muchas opiniones y ofrecen evaluaciones prácticamente continuas del comportamiento de las empresas. La emisión de deuda en los mercados públicos parece adecuada para compañías que financian grandes necesidades de capital y quieren reducir sus costes financieros a través de la desintermediación. Para muchas compañías esta fuente de financiación es muy difícil de acceder, especialmente cuando tienen pocos activos materiales y se encuentran en etapas iniciales de su ciclo de vida. La financiación de mercado es generalmente accesible para empresas consolidadas, porque los requisitos son más altos que en el caso de la financiación bancaria.

Colocación de acciones en bolsa. La introducción de una empresa en el mercado de valores puede hacerse a través de una oferta pública inicial. En Europa Continental, a diferencia de Estados Unidos o Reino Unido, los mercados de valores son poco receptivos ante emisiones de empresas pequeñas y compañías en fase de arranque. Lo más habitual es que las empresas consolidadas puedan hacer ofertas públicas de acciones viejas, solas o acompañadas de acciones nuevas, cuando han conseguido lograr la reputación, en tamaño y perspectivas futuras, y ofrecen la transparencia necesaria. Las entidades de capital riesgo muchas veces apoyan a las compañías en su cartera en conseguir esta reputación y credibilidad, y poder salir al mercado en un momento posterior.

Financiación gubernamental. Los gobiernos también actúan como proveedores de capital para el sector empresarial privado, lo que puede estimular la iniciativa emprendedora y la innovación. Los gobiernos muchas veces realizan esta actividad

como inversores de capital riesgo, creando sus propias entidades. En este caso, los fondos se enfocan principalmente hacia pequeños negocios en regiones menos desarrolladas. Además, los gobiernos aportan frecuentemente subvenciones y ventajas fiscales, que favorecen principalmente a proyectos grandes con alto riesgo, por los altos costes financieros y de información que se requieren para el logro del apoyo gubernamental. Suele tratarse de programas que van más allá de la pura financiación de pequeñas empresas, como políticas regionales y sectoriales, que encierran una elevada complejidad para las empresas pequeñas.

Crowdfunding. La Asociación Española de *Crowdfunding*¹ define esta financiación colectiva como un sistema de cooperación que permite a cualquier persona creadora de proyectos reunir una suma de dinero entre muchas personas para apoyar una determinada iniciativa. El *crowdfunding* requiere realizar una convocatoria abierta, principalmente a través de Internet, para recaudar fondos a través de pequeñas contribuciones de un gran número de inversores, ya sea en forma de donación o a cambio del producto futuro o alguna otra forma de recompensa. Esto se puede realizar a través de redes sociales o plataformas que son creadas para este fin y en las cuales se establece un tiempo determinado para la recolección del dinero (Steinberg y DeMaria, 2012; Ahlers *et al.*, 2015; Colombo *et al.* 2015). Así pues, se trata de un sistema de financiación colectiva por medio del cual las iniciativas empresariales pueden ver la luz gracias a las microaportaciones que los financiadores particulares realizan. Cabe destacar que existen tres sujetos esenciales en un proyecto de *crowdfunding* (Steinberg y DeMaria, 2012):

1. El emprendedor que busca financiación para su idea.
2. El colectivo de personas que cree en la idea y la apoya aportando fondos.
3. La plataforma tecnológica que facilita el contacto entre uno y otros.

Las plataformas de *crowdfunding* son espacios web que actúan de lugar de encuentro entre los financiadores y los emprendedores. Los emprendedores utilizan la plataforma para describir y promocionar su idea y, así, conseguir la financiación necesaria para hacerla realidad. Los financiadores encuentran en la plataforma un abanico de ideas donde pueden aportar fondos.

En general, las plataformas trasladan modelos de financiación tradicionales a un escenario donde la financiación proviene de una multitud de participantes, en vez de ser aportada por una única entidad o un grupo de inversores más reducido. La plataforma simplifica el proceso de recaudación de fondos y el acceso a una gran red de inversores. También facilita diversos servicios de intermediación, tales como la gestión de los contratos o de los pagos y cobros, por los que recibe comisiones. Sin embargo, no se implica directamente en la actividad financiera de la inversión, por lo que asume una responsabilidad limitada.

En el negocio tradicional, el riesgo de impago es asumido generalmente por el banco que concede el préstamo, en el caso del *crowdfunding*, este riesgo se reparte entre todos los inversores que lo han financiado parcialmente. Si un proyecto no tiene éxito, los creadores no pierden dinero, únicamente tiempo, y tienen la posibilidad de poner en

¹ www.spaincrowdfunding.org/

marcha el proyecto de nuevo con mejoras y una nueva campaña de recaudación. El control total de la idea y su aplicación queda en manos de sus creadores.

Tipo	Donación	Recompensa	Préstamo	Inversión
Contraprestación	Satisfacción	Producto	El préstamo más un % del tipo de interés sobre el préstamo	Una acción o participación de la empresa o compromisos sobre beneficios
Financiador	Donante	Mecenas	Prestamista	Inversor
Otra denominación	Donation-based crowdfunding	Reward-based crowdfunding	Crowdlending	Equity crowdfunding

Figura 6: Tipos de crowdfunding²

El *crowdfunding* es una forma eficiente de acceder al capital, especialmente para aquellos proyectos con problemas de acceso a los canales tradicionales de financiación. Además, proporciona métodos de financiación adaptados a una amplia variedad de proyectos innovadores. Dependiendo de la naturaleza del intercambio, se puede hablar de cuatro tipos de *crowdfunding* (figura 6):

- Donación. Este modelo de *crowdfunding* está dirigido a facilitar la recaudación de fondos para proyectos solidarios o humanitarios. Las personas que aportan fondos las denominamos donantes. En este caso, el donante no recibe nada material de valor, simplemente la satisfacción de haber apoyado un proyecto que era de su interés, y en algunos casos, información sobre la evolución del proyecto o algún detalle relacionado con el mismo. Las cuantías donadas las determina directamente el donante en cada caso.
- Recompensa. En esta modalidad, los financiadores aportan fondos (de cuantía variable pero mayoritariamente reducida) a un proyecto específico a cambio de lo que genéricamente se denomina una ‘recompensa’ no financiera, que podría tomar dos modalidades. En el primer modelo, la recompensa del aportante por su contribución al proyecto tiene un valor más bien simbólico, que no suele corresponderse con la cantidad aportada. En la financiación de conciertos, obras de teatro o producciones cinematográficas, por ejemplo, se pueden ofrecer entradas VIP, encuentros con los artistas, copias firmadas, autógrafos o invitaciones para los preestrenos. En el segundo modelo, la aportación al proyecto se corresponde con el precio del producto o servicio que el aportante abona por anticipado. En el plazo acordado, el promotor entrega como contraprestación al aportante el bien, la obra o el servicio financiado en las condiciones pactadas. Es frecuente que se recurra como elemento de atracción a una rebaja del precio si se paga como aportación anticipadamente. Las personas que aportan fondos se denominan mecenas.
- Préstamo. Se produce cuando una persona solicita una cantidad económica y remite la información a una plataforma especializada en préstamos financiados por la multitud. Esta plataforma suele hacer un estudio sobre la viabilidad del demandante de fondos y le asigna niveles de riesgo, indicando también el interés

² Tomado de la Asociación Española de Crowdfunding www.spaincrowdfunding.org/

que tendrá que pagar por el dinero obtenido si finalmente alcanza el objetivo. En otras ocasiones, el propio prestamista determina el interés al que le prestará el dinero. Posteriormente, se cuelga la solicitud en la plataforma y los prestamistas deciden si prestan dinero (al tipo de interés previamente expuesto por la plataforma o ellos mismos) y qué cantidad. Si el prestatario recibe lo que ha pedido, mensualmente o a la finalización del contrato devolverá el dinero más los intereses, que serán ingresados proporcionalmente en la cuenta de cada uno de los prestamistas. Las personas que entregan dinero a cambio de un tipo de interés son prestamistas.

- **Inversión.** En este caso, el emprendedor ofrece una participación en la empresa a las personas que le quieran apoyar. Así, la contribución recibida se trata como aportación de capital y el financiador se convierte en socio o accionista de la sociedad promotora del proyecto o adquiere compromisos sobre beneficios de la misma, como contraprestación a su aportación. Las personas que adquieren participaciones se denominan inversores.

Inversores ángeles (*business angels*). La Asociación Española de Business Angels³ (AEBAN) considera que un Business Angel⁴ es un individuo que toma sus propias decisiones de inversión y que aporta su propio dinero, y en ocasiones su tiempo, a empresas no cotizadas promovidas por personas que le son ajenas. Aunque invierte en cualquier etapa del desarrollo, el Business Angel desempeña un papel fundamental en la creación de empresas innovadoras al apoyar a los emprendedores en las fases iniciales del ciclo de vida de sus empresas. Son inversores, con frecuencia antiguos emprendedores, que suelen ofrecer no solo recursos financieros, sino también asesoramiento y apoyo técnico a las empresas con las que se implican, además de permitirles acceder a su red de contactos personales. Arriesgan su propio dinero, frente a las entidades de capital riesgo, las cuales arriesgan las de los inversores finales.

Los Business Angels ayudan a cubrir la falta de financiación con que se encuentran los emprendedores en las etapas iniciales del ciclo de vida de sus empresas. La inversión en estas etapas iniciales lleva asociados unos elevados niveles de riesgo y una falta de liquidez. Estos factores, unidos a la ausencia de garantías, hacen que la financiación bancaria resulte inadecuada en estas fases. Al mismo tiempo el volumen de fondos demandados por las nuevas empresas, aunque superan las posibilidades de aportación de los emprendedores y de su grupo de familiares y amigos, son en general demasiado pequeños para captar el interés de las entidades de capital riesgo (venture capital) cuya dinámica de funcionamiento las obliga a invertir cada vez mayores cantidades de dinero en cada operación y en etapas más tardías de su ciclo de vida (figura 7).

	Inversores ángeles	Capital riesgo
<i>Antecedentes personales</i>	Empresario	Inversor
<i>Tipo de empresa creada</i>	Pequeña, fase de creación	Grandes, fase madurez

³ www.aeban.es

⁴ Conocidos en EE.UU como Angel Investors o simplemente Angels, en referencia a los empresarios que a principios del siglo XX apoyaban las producciones teatrales de Broadway, en España se han propuesto distintas traducciones como ángeles de los negocios, inversores privados, inversores informales, inversores ángel, inversores particulares, inversores de proximidad o inversores providenciales sin que de momento ninguna de ellas haya desplazado al término Business Angel, que es el utilizado más frecuentemente en Europa al referirse a este tipo de inversores.

<i>Evaluación previa</i>	Mínima	Extensiva
<i>Localización</i>	Próxima al lugar de residencia	No importante
<i>Contrato</i>	Simple	Estándar
<i>Dirección</i>	Activo, día a día	Estratégico
<i>Estrategia de salida</i>	De menor importancia	Muy importante
<i>Rentabilidad de inversión</i>	De menor importancia	Muy importante

Figura 7: Diferencias entre inversores ángeles y capital riesgo (Kelly y Hay, 2003)

Los Business Angels suelen centrarse en operaciones más pequeñas que las entidades de capital riesgo. No suelen invertir en un único proyecto, sino que se diversifican en la medida de sus posibilidades y buscan una salida a medio plazo, aunque son más pacientes que las entidades de capital riesgo, ya que en este caso juegan con su propio dinero y no con dinero de terceros, como aquéllos. Igualmente, suelen centrarse en zonas próximas a su residencia, por comodidad en el seguimiento (al compatibilizar habitualmente otras actividades profesionales o empresariales), por sentirse comprometidos con su comunidad o región o por hacer valer más la red de contactos disponibles.

Los criterios de inversión que utilizan los inversores ángeles en Estados Unidos son cuatro (Sudek, 2007): la pasión y compromiso del emprendedor principal, su fiabilidad, la calidad del equipo gestor, y la existencia de una estrategia de salida o liquidez potencial para el inversor.

Capital riesgo. Una de las primeras inversiones de capital riesgo que se hizo famosa fue la de Digital Equipment Corporation (DEC). En 1957 la American Research Development Corporation (AR&D), una de las primeras empresas de capital riesgo, invirtió 70.000 dólares en DEC. Cuando DEC salió a bolsa en 1968 su inversión valía más de 355 millones de dólares, lo que supuso un rendimiento de más de 5000 veces el capital invertido (Feld y Mendelson, 2013).

El capital riesgo⁵ puede definirse como una actividad financiera orientada a la provisión de recursos a medio y largo plazo, generalmente de forma minoritaria, a pequeñas y medianas empresas (PYMES) en proceso de arranque o de crecimiento, sin vocación de permanencia ilimitada en su accionariado. Además, el inversor suele incorporar un valor añadido a la empresa financiada, aportando credibilidad frente a terceros y ofreciendo su experiencia ante situaciones difíciles. La contrapartida por el riesgo asumido y el largo período de maduración necesario suele producirse, en caso de éxito, en forma de plusvalías. Este tipo de inversores puede aportar lo siguiente:

1. Recursos. Es decir, dinero. En forma de capital (y a veces deuda) con una naturaleza permanente y sin las obligaciones asociadas al endeudamiento clásico en términos de coste y devolución.
2. Profesionalización. No aspiran a intervenir en la gestión diaria del negocio pero si exigirán una gestión profesionalizada que puede implicar algunos cambios en la forma de gestionar empresas de tipo familiar.
3. Credibilidad al proyecto. Incorporar un socio de este tipo permite ganar reputación ante la comunidad bancaria, clientes y proveedores.

⁵ www.webcapitalriesgo.com

4. Relaciones y experiencia de gestión. La incorporación de nuevos consejeros en representación de su nuevo socio puede ser beneficiosa.

Una diferencia significativa entre el capital riesgo y todas las demás fuentes de financiación externa es que el capital riesgo está disponible para compañías en todas las fases del ciclo de vida. Cuando las posibilidades de obtener fondos a través de otros canales están restringidas, como consecuencia de la existencia de un riesgo demasiado alto, las entidades de capital riesgo pueden complementar el espectro de instrumentos financieros disponibles para el conjunto de las empresas no cotizadas. La participación en la sociedad se realiza generalmente de forma minoritaria, por la adquisición de acciones ordinarias, acciones preferentes o algún instrumento de deuda (frecuentemente convertible en acciones) y, en algunos casos, a través de otros instrumentos, como los préstamos participativos⁶.

La inversión en capital es minoritaria, ya que responde al planteamiento de no sustituir al empresario en sus funciones directivas y gestoras, asegurándole la independencia plena. Esta inversión se hace, por lo general, en sindicación con otros inversores con el objeto de dispersar el riesgo y distribuir las oportunidades. Ahora bien, en países donde la legislación es flexible o donde casi la única ley la constituyen las necesidades del mercado, esa participación puede llegar en su etapa inicial a un sesenta o setenta por cien del capital de la sociedad receptora. Una participación mayoritaria es la excepción a la regla, si bien en ocasiones puede devenir imprescindible.

Los inversores capital riesgo insisten en tener derecho a nombrar a los presidentes de las empresas de su cartera y recurren frecuentemente a este poder para cambiar a los fundadores de las empresas (Hellmann, 1998). Probablemente lo hacen en parte porque las características necesarias para dar con la idea empresarial original y demostrar su valor no son las mismas que se necesitan para desarrollarlas y convertirlas en un negocio que funcione o para dirigir la empresa eficazmente una vez establecida (Roberts, 2004). Fundadores que provienen de mejores incubadores es menos probable que sean reemplazados por gestores profesionales (Boeker y Fleming, 2010).

El capital riesgo es mucho más que una inversión de alto riesgo, ya que implica una activa y motivada relación de trabajo en la que el inversor de capital riesgo toma importantes funciones en sus empresas participadas y controla activamente las

⁶ La forma más corriente de invertir en empresas innovadoras es tomando una participación en su capital a través de acciones ordinarias. Mediante acciones ordinarias, la empresa inversora participa, en cierta cuantía, en el capital de la receptora, que, a su vez, le otorga una parte proporcional de los derechos económicos y políticos. Es la opción utilizada con más frecuencia. No obstante, también existen otras formas de inversión: acciones preferentes, obligaciones convertibles y empréstitos participativos.

A través de acciones preferentes, la empresa inversora participa en el capital que garantice un dividendo mínimo por acción preferente. En España no se suelen utilizar. Por medio de obligaciones convertibles, la empresa receptora emite un empréstito que suscribe la empresa inversora, aunque, en ocasiones, le acompañan otros inversores. Las obligaciones conllevan la posibilidad de conversión en acciones a voluntad del suscriptor. En caso de no conversión, la salida de la empresa queda determinada mediante la amortización de las obligaciones.

En el caso de los empréstitos y créditos participativos la tasa de interés varíe con alguna magnitud económica de la empresa. La tasa puede ser totalmente variable o podría estar formada por un fijo mínimo al que se añadiría un rendimiento adicional variable.

El capital riesgo es un fondo de capital gestionado profesionalmente que se invierte en valores relacionados con el capital de empresas no cotizadas en diferentes fases de desarrollo.

inversiones, asumiendo importantes funciones de gestión dentro de las compañías, generalmente convirtiéndose en miembro del consejo de administración (Sahlman, 1990). Contar con personas veteranas en el consejo de administración proporciona cuatro ventajas (Dávila y Epstein, 2014): 1) acceso al conocimiento; 2) acceso a redes que facilitan la velocidad y la eficiencia; 3) credibilidad frente a socios, proveedores y clientes potenciales, y 4) respaldo y estabilidad en todos los momentos difíciles. Aparte de asesoría general en gestión estratégica, los fondos de capital riesgo con experiencia también apoyan a las compañías en sus carteras en procesos de salir a bolsa, o de ventas a otras empresas, o de fusión, así como liquidar compañías no prometedoras o reemplazar a sus directivos (Barry, 1994).

La sociedad de capital riesgo invierte, al igual que cualquier otra sociedad, para obtener beneficios. Ahora bien, su objetivo principal no es la percepción de dividendos, sino que persigue la realización de plusvalías a medio o largo plazo, generadas por la venta de acciones de la empresa participada. Esto pasa cuando la empresa participada es adquirida por otra compañía u otro inversor financiero, o cuando sale a bolsa a través de una Oferta Pública de Acciones. Los inversores de capital riesgo realizan sus ganancias en el momento de la salida de la participación. Dadas las características de las empresas en las que invierten, es raro que reciban dividendos, ya que aquellas al encontrarse generalmente en fase de crecimiento necesitan reinvertir todos los flujos de caja que generan. Podría decirse que el éxito de las empresas receptoras marca el principio del fin de esa participación, pues la premisa para que la expectativa de rentabilidad buscada se resuelva como plusvalía al liquidar la participación consiste en liberar el capital invertido. Este capital, posteriormente, se aplica a nuevos proyectos. Por tanto, el capital riesgo como negocio independiente mantiene una vinculación temporal con las empresas participadas, que se circunscribe al tiempo preciso para que el proyecto innovador se desarrolle y concluya, positiva o negativamente. Si concluye positivamente, se vende la participación, pudiendo obtenerse plusvalías que representan 15 veces, e incluso hasta 100 veces la inversión inicial (Rogers y Larsen, 1984). La máxima del capital riesgo dice que de cada diez inversiones, efectuadas todas ellas en la creencia de que proporcionarán elevados beneficios, dos fracasan totalmente, seis sobreviven, aunque proporcionando unos beneficios mediocres (casi nulos), y dos alcanzan su objetivo de beneficios elevados (Christensen y Raynor, 2003). Los inversores de capital riesgo suelen mantener su participación durante un período de entre cuatro y seis años (Manigart *et al.*, 2002). Según un estudio realizado por Manigart *et al.* (2002), los inversores en fases tempranas exigen entre un 36% y un 55% de rentabilidad anual acumulada. En cambio, en el caso de los inversores que tengan participaciones en compañías que se encuentran en fases más maduras, con algunos años de historia y cuyo crecimiento anual esperado para los próximos años es menor (por tanto, existe una menor variabilidad en sus resultados) la rentabilidad exigida se sitúa entre el 26% y el 35%, si bien en determinadas ocasiones, especialmente en épocas con tipos de interés bajos, la rentabilidad exigida se puede reducir hasta alrededor del 15%.

La sociedad receptora no sólo consigue más fondos y asesoramiento profesional, sino que también mejora su imagen financiera, lo que le permite una mayor capacidad y mejores condiciones de endeudamiento. A su vez, el control que lleva a cabo la empresa inversora obliga a la receptora a realizar presupuestos anuales, debiendo dedicar más tiempo a la planificación y control, lo que contribuirá a mejorar la calidad de la gestión. El consejo de administración de la receptora se enriquece con una aportación profesional y se reunirá más a menudo, al contener los contratos una cláusula que obligue a convocar reuniones

periódicas. Es habitual que anualmente se exija la realización de auditorías externas y mensualmente se suministre información sobre ventas, cartera de pedidos, resultados, balance, tesorería y otros datos. En contrapartida, se obtiene un mejor conocimiento de la situación de la empresa y de su evolución, lo que, en definitiva, redundará en una mejora de la gestión. Con la aplicación de estos sistemas de dirección y control, la empresa receptora pasa a una situación más transparente, que favorece claramente el movimiento de capitales. Por parte del empresario suele existir el temor de que la sociedad inversora venda su participación a competidores o nuevos accionistas que no sean de su agrado.

Normalmente la sociedad inversora no lleva a cabo un desembolso único, sino que realiza las aportaciones a medida que la empresa receptora cumple una serie de requisitos previamente pactados. La entrega escalonada de fondos, sometida a hitos comprobables y medibles, es una potente herramienta de control con que puede contar la entidad de capital riesgo, que se asegura de que los fondos aportados en cada momento son los suficientes para llevar a la empresa hasta la siguiente fase de desarrollo. La entrega escalonada de fondos es una forma de minimizar el riesgo de la entidad de capital riesgo, ya que le permite una opción valiosa de denegar o retrasar las entregas posteriores. Para Sahlman (1990) la financiación por etapas podría ser la mejor herramienta de que disponen los inversores de capital riesgo para controlar a sus participadas.

Esta actividad inversora requiere un elevado rigor profesional, tanto para evaluar la viabilidad de los proyectos innovadores como para preparar la acogida comercial de sus resultados. No conviene olvidar que el éxito de la receptora depende de las cualidades del empresario que afronta el proyecto, habida cuenta de la autonomía que conserva para desarrollarlo. En consecuencia, es preferible invertir en una idea de segunda línea que esté en buenas manos que hacer lo contrario. Sin embargo, no es fácil seleccionar a los mejores gestores. La experiencia no es suficiente. Siempre se corre un riesgo con las nuevas empresas, aun cuando las dirijan empresarios experimentados. La gestión es lo que define a las empresas con éxito. Los empresarios deben ser capaces de encauzar la empresa hacia un objetivo. Siempre se busca a personas hábiles. A continuación, se somete a consideración la idea. Tal es la secuencia seguida (Bolland y Hofer, 1998). La práctica común consiste en realizar unas pocas inversiones cada año, después de examinar un número elevado de candidatos y de estudiar minuciosamente un puñado de ellos.

Todos los inversores de capital riesgo recurren a cuestionarios exhaustivos para evaluar las propuestas de las empresas innovadoras. Sus preguntas versan en torno a las razones por las que se creó la empresa, la forma en la que se desarrollaron los objetivos de ventas, cómo espera la empresa alcanzar esos objetivos y los recursos con que cuenta, junto con otras muchas preguntas (Bolland y Hofer, 1998). Los criterios de evaluación son subjetivos, en el sentido de que no aplican técnicas cuantitativas a efecto de evaluar el personal, el mercado o el producto. Esto no significa que no se empleen métodos cuantitativos en alguna etapa de la evaluación (Bolland y Hofer, 1998). Los verdaderos tecnólogos visten camisetas y vaqueros. De modo que Founders Fund instituyó una regla general: reusar toda compañía cuyos socios fundacionales vistieran de traje en sus reuniones comerciales (Thiel y Masters, 2014).

Los inversores consideran que en ningún caso el consejero delegado de una empresa incipiente financiada con capital riesgo debería cobrar más de 150.000 dólares al año. De esta forma se centrará en incrementar el valor de la compañía en su conjunto. La alta

remuneración le incentiva a defender el statu quo y el salario, no a trabajar codo con codo con el resto para sacar los problemas a la luz y resolverlos con determinación. Las altas remuneraciones enseñan a los trabajadores a reclamar el valor existente de la compañía en lugar de invertir su tiempo en crear valor nuevo para el futuro (Thiel y Masters, 2014).

Un informe de la OCDE (1985) señala, entre las razones por las que las empresas de capital riesgo rechazan solicitudes, las siguientes: proyecto contrario a la filosofía del inversor (20%), plan o análisis empresarial deficiente (13%), nula factibilidad del proyecto (12%), mercado insuficiente o incierto (9%), rendimientos sobre la inversión insuficientes (7%) y ausencia de originalidad (6%).

LECTURA 3: CAPITAL RIESGO PARA PYMES

Operaciones como la venta de Ahold, la de Amadeus o Parques Reunidos han demostrado el serio interés que tienen las grandes firmas de capital riesgo en España. Sin embargo, sólo el 4% de estas inversiones se realiza en *pymes* y sólo el 7,5% se dedican a financiar innovación. Mobius quiere, precisamente, cubrir ese hueco: financiar pequeñas empresas innovadoras.

La compañía que nació hace algo más de un año, está presidida por Juan Soto, el expresidente de HP y de la Comisión que lleva su nombre para estudiar el desarrollo de la Sociedad de la Información en España. Su equipo directivo está formado por gestores muy experimentados en el sector, al frente de los cuales está José Luis Cayuela, antiguo vicepresidente de Capgemini y ahora consejero delegado de la nueva empresa.

Mobius nace, según sus gestores, con varias señas de identidad que la diferencian de otros fondos. La primera es que su capital es completamente privado, es decir, no participan en él ni empresas financieras ni industriales; sus socios son su equipo directivo (50%) y accionistas individuales. Además, y dado el perfil de sus gestores, no sólo invierte, sino que, además, ofrece asesoramiento a los emprendedores (planes de negocio, marketing, búsqueda de socios comerciales, gestión de costes y tesorería). Y, por último, su idea es ir a los proyectos de la mano del sector público. El objetivo final es financiar el crecimiento, la expansión y la innovación de *pymes* ambiciosas o, como dice Cayuela, “*pymes* con vocación de no seguir siendo *pymes*”. Mobius ha cerrado ya un acuerdo con el Gobierno de Aragón, con el que ha formado el fondo Savia Capital Inversión, que gestiona unos 30 millones de euros. Según la compañía, el fondo es una fuente de financiación para las pequeñas empresas aragonesas, invertir en actividades innovadoras y, además, para atraer empresas de otras comunidades. Por otra parte, explica Soto, el capital riesgo tiene ventajas frente a otros instrumentos como las subvenciones, ya que, entre otras cosas, la administración recupera el dinero cuando realiza su desinversión. El propio nombre de la compañía hace referencia a ello: la teoría del lazo de Mobius, aplicada al capital riesgo, puede resumirse en “desinvertir para volver a invertir”, resume Cayuela.

La compañía ha realizado dos inversiones y tiene otros 14 o 15 proyectos en fase de análisis y espera cerrar unos siete u ocho antes de final de año. En todos los casos se trata de inversiones de uno o dos millones de euros en *pymes* que facturen unos seis o siete millones y que ofrezcan altas rentabilidades (en torno al 25%) para desinvertir a los cuatro o cinco años. Según asegura Mobius, la participación del sector público garantiza el interés del proyecto y la del privado, que la selección se realiza “con criterios de mercado”, dice Cayuela. Mobius está hablando con otras comunidades autónomas para cerrar acuerdos similares al de Aragón.

Fuente: Fernández de Lis, P. (2005): “Capital semilla para *pymes*”, *El País*, 16 de enero, pp. 9.

También existen algunos intereses discrepantes entre los inversores de capital riesgo y los emprendedores, que pueden crear mucha tensión entre las dos partes. Los inversores de capital riesgo típicamente argumentan que un equipo de gestión profesional añade valor a la empresa. Los emprendedores, por otra parte, normalmente no quieren abandonar la gestión de la empresa. En muchas ocasiones han desarrollado una relación personal muy fuerte con la compañía, consideran un reemplazo humillante aparte de temer la pérdida de credibilidad profesional.

En España se utiliza capital riesgo para referirse a lo que en el mundo anglosajón constituyen dos clases de activos diferentes: el *venture capital* y el *private equity*.

Venture capital se refiere únicamente a las inversiones realizadas durante las fases tempranas de ciclo de creación de una empresa. Se diferencian tres fases posibles: la fase semilla (*seed capital*), la de arranque (*start-up*) y la de expansión. Por otra parte, suelen ser objeto de la inversión empresas pertenecientes a sectores de elevado crecimiento, normalmente relacionados con la tecnología.

1. La inversión en fases iniciales de desarrollo de una empresa se produce en las formas conocidas como:

- Semilla (*seed*). Es una inversión que se produce antes de que exista como tal un producto o una empresa realmente organizada. El empresario está en la fase de desarrollar su idea de negocio e incluso el propio producto. Hay un elevado riesgo tecnológico, puesto que, en esencia, se están financiando ideas. En esta fase no hay ventas ni, por supuesto, beneficios.
- Puesta en marcha (*start-up*). Financiación del inicio de la producción y de la distribución. Se participa en empresas de nueva o muy reciente creación, considerándose como tales todas aquellas que todavía no han empezado a generar beneficios. En Estados Unidos se suele definir como *Start-up* la participación en la creación de la sociedad, diferenciándolo de *Other early stages* (otras fases iniciales) cuando la sociedad ya está constituida, pero no ha comenzado a generar beneficios.

2. Las inversiones de capital riesgo cuando la empresa se encuentra en otras fases de su ciclo de vida pueden clasificarse como:

- Expansión (*expansión*). En esta fase, la empresa ya está generando beneficios, pero precisa un apoyo financiero para acceder a nuevos productos y/o mercados, o para crecer en los que está introducido, o aumentar y consolidar su éxito y/o masa crítica.
- Financiación puente (*bridge financing*). Es toda inversión de expansión que pretenda la toma de participación en una empresa como paso previo a salir a cotización en un mercado de valores.

3. Si nos centramos en el terreno de la definición de *private equity* más que en el de capital riesgo, existen otras categorías. *Private equity* engloba todas las operaciones que suponen una participación del inversor en el capital de una empresa que no cotiza en bolsa, siempre de forma temporal. La toma de participación por parte de un socio estratégico, cliente o proveedor, con el propósito de permanecer en el capital de la empresa a largo plazo no entraría dentro de este tipo de inversiones. El término *private equity*, aunque agrupa todas las inversiones, se utiliza mayoritariamente para referirse a las operaciones que se realizan en las fases avanzadas de la vida de la empresa. Esta, por otra parte, suele pertenecer a sectores tradicionales, cuyos mercados presentan un crecimiento normal o reducido. Se pueden distinguir dos tipos de operaciones las operaciones apalancadas y el capital sustitución.

- En las operaciones apalancadas, o *buy-outs*, el objetivo que se persigue con la entrada del nuevo inversor es un cambio en la propiedad de la empresa. La participación que toma el inversor de capital riesgo se materializa en una recompra parcial o total de las acciones de los actuales propietarios, que desean reducir su participación o salir totalmente del capital de la empresa. Así, el

inversor de capital riesgo no solo toma una participación, sino que compra la empresa; de ahí los términos *buy-in* y *buy-out*. Las operaciones más conocidas son el LBO (*leveraged buy-out*), y la toma de control por parte de un equipo directivo; en este último caso recibe el nombre de MBO (*management buy-out*) cuando ese equipo es el actual y MBI (*management buy-in*) cuando se trata de un equipo externo. Todas estas operaciones incluyen un porcentaje elevado del precio total de la transacción en forma de deuda estructurada, de ahí la denominación de apalancada.

- Capital de sustitución (*replacement*). Se produce un cambio en el equipo inversor. No se produce una nueva llegada de fondos, sino solamente una sustitución entre accionistas. El papel del inversor financiero será revitalizar la empresa desde la posición de nuevo accionista, lo que se enmarca dentro del enfoque habitual de capital riesgo, en donde el inversor no sólo aporta recursos financieros sino apoyo a la gestión allí donde sea posible
- Reorientación (*turnaround*). Se trata de la financiación de un cambio de orientación en una empresa en dificultades. Normalmente lleva aparejado un cambio en el equipo directivo, por lo que algunas operaciones aparecen englobadas entre los MBI.

Fase de inversión	Financiación	Fuentes financieras
<i>Semilla</i>	Organización del negocio e investigación	Financiación informal, financiación gubernamental, capital riesgo
<i>Arranque</i>	Desarrollo de productos y marketing inicial	Capital riesgo, financiación informal
<i>Expansión</i>	Incremento de la capacidad de producción, desarrollo de productos y mercados, aportación de fondo de maniobra adicional	Capital riesgo, bancos de inversión, bancos comerciales
<i>Mezzanime</i>	Apertura a inversores estratégicos, cambio de la estructura de capital para la preparación de la salida a bolsa	Capital riesgo, bancos de inversión, bancos comerciales
<i>Buyout/buyin</i>	Adquisición de una empresa o división operativa de una compañía, financiación de adquisiciones, buyout apalancado	Capital riesgo, bancos de inversión, bancos comerciales, inversores institucionales, mercado de valores

Figura 8: Fases de inversión e intermediación financiera (Scholtens, 1999)

6. INDICADORES ESPAÑOLES DE I+D

En 1999, España gastó en investigación y desarrollo (I+D) el 0,88% del producto interior bruto (PIB), mientras que la media de la Unión Europea se situó en el 1,86% y la media de la OCDE en el 2,21% del PIB⁷. El objetivo que se ha fijado la UE para 2010 es que todos

⁷ Fuente: INE: Estadística sobre las actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D) 2001.

los países miembros dediquen a I+D el 3% del PIB, un porcentaje comparable al que en 1999 exhiben sus dos principales competidores, Estados Unidos (2,66%) y Japón (2,94%). Y ese objetivo se debería descomponer así: un 1% aportado por el sector público y un 2% por el sector privado. Nos encontramos, pues, muy alejados del objetivo europeo. España no sólo gasta poco en I+D, sino que tiene una estructura de gasto desfavorable en relación con sus países vecinos más avanzados. Así, en la distribución del gasto en I+D por sectores, en 1999 las empresas ejecutaron el 52% del gasto, mientras que la media de la Unión Europea estuvo en el 64,2% y la de la OCDE en el 69,2%. La consecuencia más destacable de esta estructura del gasto es que las empresas enfocan la investigación hacia los avances tecnológicos, con objeto de introducir nuevos productos y procesos al mercado y, de esta forma, poder obtener beneficios de monopolio. Mientras que la Administración y, sobre todo, la Enseñanza Superior orientan la investigación hacia la ciencia, cuya aplicación comercial, si es que se produce, tarda más de una década.

La I+D se concreta en un invento, que se puede proteger mediante una patente o manteniendo el secreto, aunque este segundo caso no es el más corriente, excepto cuando se trata de mejoras en las tecnologías en uso o innovaciones en proceso. La ciencia se publica en libros y revistas científicas. En suma, de acuerdo con la estructura de gasto en I+D en España se solicitarán pocas patentes y se incrementará la producción científica.

Por otra parte, en España el origen del gasto financiado por las empresas representa el 48,9% del total, la media de la Unión Europea se sitúa en el 55,5% y la de la OCDE en el 62,9%. A nivel de países, Japón con un 72,2% ocupa el primer lugar en cuanto a origen del gasto financiado por el sector empresarial, le siguen Suecia (67,8%), Finlandia (66,9%) y EE.UU. (66,8%). Como ponen de manifiesto las cifras, en España las empresas son poco sensibles a la investigación como fuente de ventajas competitivas.

En resumen, el esfuerzo en I+D de las empresas españolas (también el de la Administración Pública) está alejado de la media europea, no sólo en términos relativos, sino también en términos absolutos. Así, en 1999 España gastó 6.667 millones de dólares en I+D, Alemania 49.295, Francia 30.350, EE.UU. 244.700 y Japón 92.774.

Año 1.999	Gasto I+D M\$	Gasto I+D %PIB	Gasto I+D por habitante	Gasto por sectores ejecución %			Gasto por fuentes de financiación	
				Empresa	Estado	Enseñanza superior	Empresa	Estado
OCDE	557.157	2,21	501,3	69,2	10,8	17,3	62,9	29,8
EE.UU.	244.700	2,66	896,4	74,7	7,7	13,9	66,8	28,8
Japón	92.774	2,94	732,3	70,7	9,9	14,8	72,2	19,6
UE-15	162.332	1,86	430,2	64,2	14	20,9	55,5	35
Alemania	49.295	2,44	600,5	69,8	13,8	16,5	65	32,5
España	6.667	0,88	168,2	52	16,9	30,1	48,9	40,8
Finlandia	3.893	3,22	753,7	68,2	11,4	19,7	66,9	29,2
Francia	30.350	2,19	503,4	63,2	18,1	17,2	54,1	36,9
Italia	14.355	1,04	249	49,3	19,2	31,5	—	—
Reino Unido	26.024	1,88	437,4	66,8	12,2	19,6	48,5	29,2

Figura 9: Gastos en I+D

La inversión en capital humano empleado en actividades de I+D es un factor determinante del potencial científico y tecnológico de un país. En España, durante los últimos años se ha producido un incremento significativo del personal total dedicado a I+D y del número de investigadores. El personal que lleva a cabo actividades de I+D en dedicación plena pasó

de 69.684 en 1990 a 102.238 en 1999. El número de investigadores por cada mil trabajadores activos ha pasado de 2,5 en 1990 (37.676 investigadores en total) a 3,7 en 1999 (61.568 investigadores en total). A pesar de este sustancial crecimiento, el número de investigadores españoles en equivalencia a dedicación plena en tanto por mil de la población activa sigue estando en 1999 por debajo de la media de la OCDE (6,2) y de la UE (5,3). Sin embargo, en España el porcentaje de investigadores sobre el total de personal en I+D entre 1990 y 2000 ha pasado del 54% al 63,52% y es netamente superior al de los grandes países europeos, lo que puede deberse a una menor actividad relativa de la investigación técnica aplicada en España (para la que se requieren mayores aportaciones de técnicos y personal de apoyo) o a una mayor ocupación de los investigadores en tareas menos cualificadas. La alta proporción de investigadores en el total del personal de I+D hace que el gasto por investigador en España sea proporcionalmente más bajo que en el resto de Europa. Como promedio el gasto por investigador en España representa el 60% del de la Unión Europea.

LECTURA 4: GASTO EN I+D EN ESPAÑA

Los países más pobres de la UE, entre ellos España, hacen un gran esfuerzo en mejorar sus indicadores científicos, pero los objetivos españoles difieren muchos de los de sus pares. Mientras Portugal, Irlanda y Grecia inyectan dinero sobre todo en la Universidad. España dedica un tercio de su inversión en I+D a Defensa. Es el único Gobierno de la UE que aumenta cada año el gasto presupuestado como investigación militar; los otros 14 socios lo mantienen o reducen. De todo ello da cuenta el Tercer Informe Europeo sobre indicadores de Ciencia y Tecnología hecho público ayer.

Los datos oficiales aportados por España hablan de un esfuerzo en aumentar la inversión pública en I+D. Con un crecimiento anual de 11,3% entre 1995 y 2000, España encabeza la lista. Le siguen Portugal (10,6%), Irlanda (9,3%) y Grecia (5,4%). La diferencia está en el objetivo final de esa mayor inversión. “En España”, dice el informe, “el aumento en defensa representa casi la mitad del crecimiento de la inversión pública en I+D”. Buena parte de esa inversión, además, no se dedica realmente a investigación, sino que son créditos blandos para la fabricación de armamento, según critica año tras año la oposición.

Con los últimos datos comparables de que dispone la Comisión Europea, el informe destaca cómo en el Año 2000 un tercio de la inversión pública española teóricamente destinada a I+D va a Defensa. Sólo supera tal proporción el Reino Unido (32,8%). Fuera de la UE, también Estados Unidos dedica a Defensa una mayor proporción de su inversión en I+D (54,1%). Francia ha reducido en la última década del siglo XX su inversión en este terreno y proporcionalmente está por detrás de España, aunque en cifras absolutas siga muy por delante.

“En 2000”, señala el informe, “cuatro países, Reino Unido, Francia, Alemania y España, sumaban casi el 97% (8.900 millones de euros) del total de los presupuestos de la UE en I+D militar”. En cifras absolutas España dedicó 1.264 millones de euros, casi tanto como Alemania (1.308).

En su conjunto, el informe sigue dejando a España en muy mal lugar. Con una inversión que no llega al 1% del PIB, está en el furgón de cola, sólo por delante de Grecia y Portugal.

Entre las 10 universidades con mayor impacto científico no hay ninguna española, ni tampoco hay empresa alguna entre las 100 europeas que más invierten en I+D.

España es también el país que menos empleos cualificados en ciencia y tecnología ofrece a la población con alto nivel educativo, superada ampliamente incluso por Portugal y Grecia. En este punto, España es una destacada muestra del endémico problema europeo: la falta de alicientes para dedicarse a la investigación. “Europa es la factoría de cerebros más importante del mundo”, destacó ayer el comisario de Investigación, Philippe Busquin. “Sin embargo, las otras dos grandes áreas científicas, EE.UU y Japón, ofrecen muchas más posibilidades de empleo, con porcentajes mucho más altos de investigadores, lo que ha agravado la fuga de cerebros”.

En suma, el mercado laboral europeo no es capaz de absorber tantos científicos generados en sus universidades, pero también hay aquí diferencias entre unos países y otros. Los nórdicos, que han conocido un despegue espectacular en la última década, dedican a investigación mayores porcentajes del PIB que EEUU y Japón. La falta de incentivos para dedicarse a la ciencia es particularmente dramática en España, donde se dan los peores porcentajes de doctorados en ciencias de la UE, junto con Italia, Portugal y Holanda.

“Algunos gobiernos europeos consideran que la investigación es un gasto. No ven que es una inversión a largo plazo”, dijo ayer Busquin. “El resultado es que hoy la balanza comercial en nuevas tecnologías con EEUU es negativa para Europa y la diferencia tiende a crecentarse”. Busquin, sin embargo, se felicitó al

constatar que el potencial investigador de la UE sigue siendo enorme: es la primera del mundo en número de publicaciones científicas y está a la cabeza tanto en biotecnología como en nanotecnología. El problema es que en ambos sectores, de gran potencial, el número de patentes registradas es muy superior en EE.UU. quizá la patente comunitaria, sobre la que se llegó a un acuerdo político en la UE a principios de mes, ayude a cambiar la tendencia.

Fuente: Cañas, G. (2003): “España destina a Defensa un tercio de su inversión pública en investigación”, *El País*, 18 de marzo, pp. 36.

En 1999 la Enseñanza Superior acaparó el 30,1% del gasto en I+D ejecutado en España, la media de la Unión Europea fue de 20,9% y la de la OCDE 17,1%. Todo ello contribuyó a mejorar nuestra producción científica. En este sentido, España mejoró la cuota de producción científica respecto al total mundial, ya que en 1999 alcanzó la cuota de 2,57% del total mundial frente al 1,55% de 1990. Ahora bien, los conocimientos científicos tardan más de una década en poder ser útiles a la industria. Incluso una parte importante de ellos permanece en el campo de la ciencia teórica.

	1990	1995	1999
Producción científica en S C I	10.688	18.283	25.065
Cuota producción científica respecto mundial	1,55	2,12	2,12
nº artículo/nº investigadores	0,4	0,5	0,54

Figura 10: Indicadores científicos

Si España gasta poco en I+D y, al mismo tiempo, es un mercado atractivo para las empresas extranjeras, el número de solicitudes de patentes por residentes españoles será muy reducido y la tasa de cobertura tecnológica muy baja. En 1999, en España las solicitudes de patentes de residentes fue de 3.132 y las de no residentes de 120.378, lo que representa un índice de dependencia (no residentes/residentes) de 38,73, valor muy alejado de la media de la unión Europea (11,17), donde Alemania alcanza el valor más bajo (1,5). En el mismo sentido, el índice de autosuficiencia (residentes/total nacional) de España es de 0,02 y la media de la Unión Europea es de 0,07. Los indicadores analizados indican que el esfuerzo realizado no es totalmente satisfactorio. Una tasa de penetración de patentes tan elevada (0,98) indica, a su vez, que España es un mercado atractivo, donde las empresas multinacionales solicitan protección para sus tecnologías de producto y proceso con objeto de levantar barreras a la entrada y, así, aprovechar los beneficios de monopolio que otorga la patente.

LECTURA 5: ESFUERZO INVESTIGADOR EN ASTURIAS

El porcentaje de gastos en I+D respecto al Producto Interior Bruto en Asturias fue de 0,55% en 1999, porcentaje muy similar al de los años precedentes y claramente inferior a la media española.

En cuanto a los gastos en I+D por Comunidades Autónomas, en 2001 Madrid, Cataluña, País Vasco y Andalucía acapararon el 70,7% del gasto. Asturias, con 1,6% del total del gasto (99 millones de euros de los 6.227 gastados en España), ocupa uno de los últimos lugares.

En Asturias, el personal en I+D en equivalencia a dedicación plena fue en 2001 de 2.560 (de los 125.750 nacionales), lo que representa un 2% del total nacional. De ellos 385 estaban integrados en el sector empresarial, 416 en la administración pública y 1.756 en la enseñanza superior. Es decir, el 69% de los investigadores de Asturias están ubicados en la enseñanza superior. En Asturias, como se observa, las empresas no sólo gastan poco en I+D, sino que tienen pocos investigadores dedicados a tales actividades, lo que merma especialmente el potencial tecnológico empresarial.

En 2002, los residentes en Asturias solicitaron 39 patentes, lo que representa un 1,4% del total solicitado por residentes nacionales, ocupando uno de los lugares más bajos entre las Comunidades Autónomas. Cataluña

(655), Madrid (572) y Andalucía (273) fueron las comunidades con mayor número de solicitudes. En cuanto a la ratio de actividad inventiva (solicitud de patentes por millón de habitantes y Comunidad Autónoma) Asturias, con una ratio de 36, ocupa, como era de esperar, un lugar muy por debajo de la media nacional (66). Las Comunidades Autónomas de Aragón (136), Navarra (112), Madrid (103) y Cataluña (101) concentran mayoritariamente la actividad inventiva. Los datos de Asturias muestran la debilidad tecnológica de la región, mucho más negativa que la media española.

En 1999 los residentes españoles solicitaron 921 patentes en la Oficina Europea de Patentes, frente a las 22.435 de Alemania, las 7.665 de Francia, las 6.603 del Reino Unido o las 3.921 de Italia, como países más destacados. Según Eurostat, en el año 2001 se presentaron ante la Oficina Europea de Patentes un total de 60.890 nuevas solicitudes. Suecia con 367 solicitudes de patentes por cada millón de habitantes y Finlandia con 338 son los países más destacados. En la cola de la Unión Europea se situaron Portugal con 5, Grecia con 8 y España con 24 peticiones por cada millón de habitantes. Se da la circunstancia de que Suecia (3,78%) y Finlandia (3,67%) encabezan la clasificación de países europeos que más porcentaje del PIB dedican a la I+D. Estos datos ponen de manifiesto que los países que más invierten en investigación son los que más patentan en Munich. Los datos indican, además, que las empresas españolas tienen poca tecnología internacional nueva. Por tanto, las exportaciones se apoyarán básicamente en tecnología más bien convencional, que sufre constantemente presiones a la baja en los precios y está bastante condicionada por los costes de los factores de producción.

De la encuesta sobre innovación tecnológica, se desprende que en el año 2000 las empresas españolas gastaron en innovación más de 10.174 millones de euros, lo que representa el 1,67% del PIB. A su vez, en ese año el total de empresas innovadoras ha sido de 29.228, que supone un porcentaje sobre el total del 19,77%. Utilizando datos del 1996, al comparar la situación de España con la de los países europeos, se observa que el porcentaje de empresas innovadoras de las empresas industriales españolas de 20 y más empleados es muy bajo (28%) en relación al resto de países de la Unión Europea. Por ejemplo, Alemania tiene un 69%, Francia un 43% y Reino Unido un 59% de empresas innovadoras, por citar algunos de los países que siempre utilizamos como referencia.

La intensidad innovadora de España, con un valor medio de 1,8%, está muy alejada de países como Alemania (4,1%), Francia (3,9%), Reino Unido (3,2%) o Suecia que, con un 7% de gasto en innovación sobre la cifra de negocios, es el país que ocupa el lugar más alto de entre los países europeos donde se realizó la encuesta.

Año 1999	Personas Dedicadas I+D por 1000 activos	Investigadores dedicados I+D por 1000 activos	Solicitud patentes por residentes	Índice autosuficiencia de patentes año 2000	Tasa cobertura tecnológica año 1998	% empresas innovadoras	Intensidad de innovación	% cifra negocios debido nuevos productos
OCDE	—	6,2	—	—	—	—	—	—
EE.UU	—	—	245.135	0,6	3,09	—	—	—
Japón	13,6	9,7	377.610	0,95	2,13	—	—	—
UE-15	9,9	5,3	—	0,07	—	—	—	—
Alemania	11,9	6,3	58.363	0,37	0,85	69	4,1	43
España	6,2	3,7	3.132	0,02	0,19	28	1,8	22
Finlandia	19,6	9,9	—	—	0,26	36	4,3	25
Francia	12	6,1	16.894	0,13	0,83	43	3,9	21
Italia	7,3	4,9	—	0,03	—	—	—	—
Reino Unido	—	—	30.467	0,17	1,8	59	3,2	23

Figura 11: Indicadores de I+D e Innovación

Las empresas españolas no sólo invierten poco en investigación, sino que tampoco colaboran con la universidad para obtener tecnología. Una razón es considerar que ésta vive en una ‘torre de marfil’, aislada del mundo real, lo que le impide comprender los problemas y necesidades de la industria. Luego, si la empresa española gasta poco en I+D y en innovación y no coopera con la Universidad en el desarrollo de tecnología, deberá adquirir en el exterior la tecnología necesaria para el desarrollo de su actividad o bien utilizar una tecnología de libre uso. De esta forma, acentúan su dependencia del exterior e impiden su diferenciación en los mercados internacionales, ya que otras empresas estarán utilizando la misma tecnología.

El saldo de la balanza tecnológica de España es uno de los más negativos de entre los países industrializados, con una tasa de cobertura del 19% en 1998. En ese mismo año Alemania tenía una tasa de cobertura del 85% y Francia del 83%, por citar sólo algunos de los ejemplos más próximos. En el año 1997, la Unión Europea tenía una tasa de cobertura del 63,5% y Estados Unidos del 357,0%. Ahora bien, al igual que acudimos al mercado para adquirir tecnología también lo hacen nuestros rivales, por lo que va a resultar difícil lograr una ventaja competitiva sostenible. En otros casos, puede que no encontremos en el mercado la tecnología que necesitamos, lo que proporcionará la expulsión de nuestra empresa del mismo.