



# INFRAESTRUCTURAS PARA LA INNOVACION: EL PAPEL DE LOS PARQUES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS

Felipe Romera Lubias \*

## Resumen

Las empresas son los principales agentes de los sistemas de innovación. Algunos sistemas de innovación son virtuosos. Los Parques Científicos y Tecnológicos (PCyT) además de ser infraestructuras en estos sistemas de innovación, ellos mismos son sistemas locales de innovación virtuosos. El ejemplo del Silicon Valley permite entender cómo se desarrollan los PCyT. También se describe el modelo español de PCyT. Por último se introduce el concepto de Tecnocelda como una ampliación de los conceptos de PCyT y de Incubadoras de Empresas trabajando en red.

## Abstract

*Businesses are the principal agents of innovation systems. Some innovation systems are virtuous. Science and Technology Parks (STPs) are at the same time infrastructures in these innovation systems and virtuous local innovation systems themselves. The example of Silicon Valley allows us to understand the workings of STPs. The Spanish STP model is also described. Finally, the Technocell concept as an extension of STP and Business Incubators concepts working as a network is introduced.*

## 1. La innovación en las empresas

Las empresas son organizaciones de personas que trabajan en cooperación para transformar conocimiento en dinero. Esta transformación se realiza a través de los mercados. Las empresas crean productos y/o servicios que venden en los mercados y a través de ellos los convierten en dinero. El dinero que reciben de esta transacción lo utilizan para pagar a sus trabajadores, a sus accionistas y a las materias primas que les sirven para transformarlas en productos y/o servicios, para comprar maquinaria y bienes de equipo, para producir productos, para pagar impuestos y para generar nuevos conocimientos que les permitan desarrollar nuevos productos y servicios. Para que una empresa pueda desarrollarse con éxito el ciclo del dinero ha de ser positivo, es lo que denomina crear valor añadido o lo que es lo mismo el dinero invertido en la creación de una unidad de producto o servicio debe de ser menor que el dinero recibido del mercado por la venta de ese producto o servicio.

Las empresas son las células del sistema económico, sin ellas nuestro mundo actual no existiría tal como lo concebimos. Ellas son las responsables del crecimiento económico y la riqueza de un país, una región y una ciudad está en relación directa al número y calidad de empresas que posean.

Las empresas son como los organismos vivos: éstas nacen, crecen, se reproducen y mueren.

\* Director General del Parque Tecnológico de Andalucía.

El mundo de la empresa es muy dinámico porque los mercados también lo son. La vida de la empresa está muy condicionada a la evolución de los mercados en los que ella interviene; de su capacidad para ofrecer nuevos productos y servicios que los mercados acepten así será su desarrollo. A la capacidad de ofrecer nuevos productos y/o servicios a los mercados se denomina innovación y en el futuro próximo sólo sobrevivirán las empresas innovadoras porque una de las características de los mercados es su gran capacidad de cambio y evolución.

No todo el conocimiento humano se utiliza en el mundo empresarial, aunque como veremos posteriormente, el conocimiento es clave para la innovación y por lo tanto para la supervivencia de la empresa. En los mercados globales es donde el conocimiento es un instrumento clave para el desarrollo empresarial y este hecho ha posibilitado que las empresas que trabajan en estos mercados sean, cada día más, nuevos generadores de conocimiento, muchas veces por delante de las universidades.

En los mercados locales, los productos y/o servicios pueden no estar ligados a la última generación de conocimiento sino que pueden utilizar conocimientos ya maduros, lo que significa que no es necesario que todas las empresas estén en la frontera del mismo para innovar, la innovación en estos casos está asociada al nivel de conocimiento de las empresas y está limitada a su propio desarrollo y a las características del entorno donde operan, pero siempre hay que innovar para sobrevivir.

## 2. Sistemas de innovación

128

Un sistema de innovación está compuesto por un conjunto de agentes que facilitan al mundo empresarial la adquisición del conocimiento necesario para desarrollar nuevos productos y servicios.

Los agentes que participan en un sistema de innovación, además de las empresas, son:

1. El Sistema Público de I+D
2. Las administraciones públicas
3. Las infraestructuras de innovación
4. El entorno

El sistema público de I+D está constituido por el conjunto de recursos humanos y materiales que se dedican a crear conocimiento. Estos recursos se encuentran tanto en las universidades en los grupos de investigación universitarios y también en los organismos públicos de investigación. La labor de estos recursos es la creación de conocimiento a través de actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) que conducen a la publicación de resultados en revistas científicas y a la creación de patentes.



Las administraciones públicas son instrumentos que regulan el sistema de innovación, bien mediante la elaboración de políticas que permiten disponer de recursos para actividades de I+D, bien mediante regulaciones que determinan el comportamiento del mercado, o bien facilitando con sus compras en tecnología el desarrollo de empresas locales tecnológicamente avanzadas. También ellas desarrollan actividades de I+D.

Las infraestructuras de innovación son equipamientos que facilitan el intercambio de conocimiento entre el mundo científico y el mundo empresarial así como facilitar el conocimiento tecnológico al mundo empresarial. Entre estas infraestructuras destacan los parques científicos y tecnológicos, verdadero lugar de encuentro de la comunidad científica con la comunidad empresarial, y además ellos mismos constituyen sistemas locales de innovación; y los centros tecnológicos, como agentes difusores de tecnología al mundo empresarial.

El entorno donde se desenvuelve la actividad económica suele ser un agente decisivo en los sistemas de innovación. El comportamiento del sistema financiero, la aptitud empresarial hacia la tecnología y la participación del capital social del entorno hacia el desarrollo de la innovación son elementos fundamentales para la vitalidad del sistema de innovación.

Estos cuatro agentes junto con las empresas innovadoras constituyen un sistema de innovación que normalmente va asociado al espacio donde opera, así se habla de sistemas de innovación locales, regionales o nacionales en función de que consideremos el sistema relacionado con los ámbitos local, regional o nacional.

La medida de un sistema de innovación normalmente está relacionada con el gasto en actividades de I+D que se realiza en ese sistema. Esta métrica está asociada a la I+D segmentada en la suma de la I+D pública, que es aquella realizada tanto por el mundo universitario como los organismos públicos de investigación como la realizada por las administraciones públicas, y la privada que es la realizada por el mundo empresarial como por las organizaciones privadas sin ánimo de lucro. Existen otros indicadores para el conocimiento de un sistema de innovación pero creo que este sencillo análisis de la I+D puede ofrecernos elementos suficientes para extraer conclusiones interesantes.

### 3. Sistemas virtuosos de innovación

Un sistema de innovación se dice que es virtuoso cuando el dinero invertido en crear conocimiento se transforma en productos y/o servicios que a su vez se convierten en dinero en los mercados y parte de ese dinero se vuelve a invertir en conocimiento, y así sucesivamente.

Para que un sistema virtuoso de innovación adquiriera una dimensión importante es necesario que los mercados sobre los que opera el sistema tengan la capacidad de crecer rápidamente. Estos mercados suelen estar muy ligados a la tecnología y además deben tener una dimensión global.

Los ejemplos de los mercados de la electrónica, los ordenadores personales, de la telefonía móvil o de Internet son excelentes referencias de este tipo de mercados. Aunque cuando se desarrolla una nueva tecnología capaz de desarrollar un nuevo mercado puede parecer que los mercados son infinitos no suele ser así de forma que todos los mercados de un determinado producto tienden a la saturación y si ha sido un mercado de rápido crecimiento tras la saturación tienden a disminuir el número de empresas que existían en ese mercado y aparece una crisis con los correspondientes problemas sociales que llevan aparejados: reducción del número de empresas, paro etc.

Esta reflexión nos hace aventurar que los sistemas virtuosos de innovación van abocados a la crisis de los mismos y tras su crisis deben de reorientarse hacia otros productos y tecnologías.

Así ha ocurrido en el caso del Silicon Valley, que dicho sea de paso es el sistema virtuoso de innovación por excelencia. Allí se han desarrollado nuevos mercados que han sido de rápido crecimiento y de ámbito global como fueron los de la electrónica, los ordenadores personales, Internet y quizá en los próximos años será el de la biotecnología y las energías renovables. Los tres primeros acabaron en crisis y obligó, no sin numerosos sacrificios, a una nueva orientación hacia la búsqueda de nuevas oportunidades y mercados.

Sin lugar a dudas, son esos momentos de crisis los mejores para planificar el futuro y dar un nuevo impulso al desarrollo económico del lugar.

En resumen, un sistema virtuoso de innovación se caracteriza por periodos de rápido crecimiento y también por periodos de crisis donde el balance final siempre es positivo y sobre todo estos lugares donde se desarrolla un sistema virtuoso de innovación son los mejores para crear conocimiento, mucho más que en el ámbito universitario tradicional, aquí el mundo empresarial y el universitario van de la mano creando el conocimiento que demandará el mercado.

Para que un sistema de innovación se convierta en virtuoso debe de existir una gran cooperación entre la I+D desarrollada por el sector público (universidades y organismos públicos de investigación) y la privada (empresas, organismos privados sin fines de lucro). Sólo si esta cooperación se produce es posible que el conocimiento científico se transforme rápidamente en productos y servicios.

En general, en Europa la I+D pública está muy poco interesada en la cooperación empresarial y además las administraciones públicas tampoco fomentan adecuadamente esta cooperación. En los diferentes sistemas europeos de innovación, desde el punto de vista de las administraciones, se prima la investigación científica frente a la empresarial y aquélla no se suele orientar al mercado.

Ya en el año 1995 (*El libro verde de la innovación*) la Unión Europea reconocía el fracaso de su política científica en referencia a la creación de un sistema virtuoso de innovación con la denominada "Paradoja Europea". Esta paradoja mostraba la dificultad que



tenía Europa en convertir el conocimiento en productos y servicios, y este hecho puesto en relación con sus competidores como eran Estados Unidos y Japón ya que éstos lo hacían con una mayor facilidad.

En Europa, en general, el motor del desarrollo científico no son las empresas sino el sector público y ahí estriba una de las dificultades para convertir conocimiento en productos. El sector público de I+D está lejos del mercado por lo cual tiene muchas dificultades para desarrollar tecnologías que el mercado pueda fácilmente utilizar y las empresas convertirlas en productos y servicios.

Podríamos simplificar diciendo que la creación de conocimiento en Europa no está orientada al mercado y que de ahí surge la Paradoja Europea. Sin embargo, hay países europeos que en los últimos años han sido capaces de crear sistemas virtuosos de innovación como son los casos de Irlanda y Finlandia.

Ambos sistemas nacionales de innovación se desarrollan en la última década del siglo XX cuando el mercado de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se desarrolla con gran fuerza sobre todo a finales de la década de los 90 y sobre todo la telefonía móvil. Existen muchas características comunes entre ambos sistemas. La primera de ellas es que se crean en países de poca población y relativamente pobres con respecto a los estándares europeos. En segundo lugar el papel de las administraciones públicas es muy importante. En Irlanda el Gobierno realiza una excelente labor en la captación de empresas multinacionales que demandan capital humano local, además utiliza los Fondos Feder de la Unión Europea en procesos de formación de este capital humano y favorece la transferencia de tecnología, la colaboración de las universidades con el mundo empresarial tecnológico y además facilita la creación de empresas de base tecnológica fruto del conocimiento que los irlandeses obtienen de los mercados globales al trabajar con las empresas tecnológicas allí instaladas. Una adecuada política de incentivos fiscales y de financiación de la innovación favorece este desarrollo.

En el sistema finlandés, las administraciones públicas tienen un papel fundamental. A principios de los 90 deciden apoyar el desarrollo de las tecnologías de la información en Finlandia, para ello crean numerosas universidades orientadas a estas tecnologías, apoyan a los grupos públicos que trabajan en estas tecnologías que demande el mercado, apoyan a las empresas, especialmente Nokia, en sus actividades de creación de nuevo conocimiento; facilitan la creación de empresas innovadoras y ponen fondos para favorecer su crecimiento, en suma crean una orientación de todos los agentes para que la suma de todos ellos sea un factor relevante en un mercado como es el de la telefonía móvil y Nokia lo aprovecha convirtiéndose en un líder mundial y motor del sistema de innovación finlandés.

En ambos casos se crean empresas locales que saben competir también en los mercados globales y además se consigue una masa crítica de personas trabajando en las empresas creando conocimiento que arrastran a las universidades para que desarrollen proyectos en esa dirección.

Una de las enseñanzas que ofrecen los dos ejemplos de los sistemas virtuosos de innovación aquí referenciados es que el papel que han jugado las administraciones públicas ha sido esencial en su desarrollo, fundamentalmente orientando el destino de los fondos y de las políticas de I+D hacia el mercado, en ambos casos la orientación hacia las empresas ha hecho que estas pudiesen competir mejor en los mercados globales.

En el ejemplo del Silicon Valley también las administraciones públicas jugaron un papel determinante en el desarrollo de ese sistema virtuoso de innovación, en este caso favorecieron el desarrollo de las empresas y el conocimiento tecnológico; no orientando a las empresas hacia un determinado mercado como hemos visto en los casos anteriores, sino creando nuevos mercados que hicieran crecer a las empresas, es decir comprando los productos tecnológicos que éstas desarrollaban. Una vez que las empresas tenían dimensión eran éstas las que dinamizaban el mercado que llegaba a ser global.

Uno de los elementos más importantes para desarrollar un sistema virtuoso de innovación se encuentra en las relaciones entre el mundo científico muy relacionado con la universidad y el mundo empresarial. Estas relaciones son siempre difíciles porque ambos mundos tienen en general objetivos muy diferentes.

Mientras que en el mundo empresarial el objetivo principal es ganar dinero, en el mundo universitario el objetivo es crear conocimiento y aunque en algunos casos estos objetivos coinciden con una determinada estrategia en general son divergentes, sólo cuando la creación de conocimiento se enfoca a un objetivo empresarial la colaboración puede ser excelente. También existen otros atributos del mundo empresarial que no son compartidos desde la universidad. La flexibilidad, el riesgo, el llegar a tiempo al mercado son atributos que se desarrollan en la empresa y que están muy lejos del ambiente que se vive en la universidad.

Pero a pesar de estas dificultades, el reto está en conseguir que se pueda provocar y desarrollar la transferencia de conocimiento, también llamada transferencia de tecnología desde el mundo científico al empresarial.

Una de las características de la sociedad del conocimiento que se está desarrollando es que el patrimonio de la creación del conocimiento ya no reside sólo en la universidad. En las tecnologías más punteras las empresas compiten con la universidad en la creación de nuevos conocimientos. Este hecho facilita la cooperación entre estas empresas y la Universidad.

Pero como hemos visto anteriormente las políticas públicas de I+D son transcendentales para configurar sistemas virtuosos de innovación. Estas políticas hay que orientarlas hacia las empresas existentes en el sistema, determinar en qué tecnologías se puede competir en los mercados globales, cuantificar los esfuerzos necesarios tanto desde el sector público como privado para alcanzar con esas empresas un cierto liderazgo en el mercado global y apostar



por dedicar recursos económicos para incrementar el nivel de conocimiento en la dirección prefijada. En el fondo significa sustituir unas políticas de “siembra indiscriminada” por otras de “producción selectiva”.

Estas políticas tienen numerosos riesgos. Uno de ellos está en la oposición del sistema científico y otro en el riesgo a equivocarse en la selección de tecnologías. Ambos hay que tenerlos muy en cuenta al diseñarlas.

## 4. El ejemplo del Silicon Valley

¿Es posible desarrollar sistemas virtuosos de innovación en el ámbito local? La respuesta es afirmativa y a estos sistemas se les han denominado como los Parques Científicos y Tecnológicos.

El origen de los Parques Científicos y Tecnológicos está íntimamente ligado a la experiencia del Silicon Valley. Allí durante apenas dos décadas el desarrollo tecnológico creó desarrollo económico de una forma tan impresionante que a partir de que esos aspectos fueron conocidos fuera de sus límites, en todo el mundo se ha querido reproducir el fenómeno. Países, regiones, municipios, universidades, urbanizadores, empresarios han intentado copiar e innovar los fenómenos que allí se produjeron de una forma natural (¿natural?) y esa reproducción de las experiencias del Silicon Valley, en distintas manifestaciones y procesos, ha dado lugar a la creación en todo el mundo de los denominados Parques Científicos y Tecnológicos.

Los procesos que se desarrollaron en el Silicon Valley fueron de tipo múltiple y de ahí que la adaptación a las distintas regiones del mundo se haya producido de forma parcial. Fueron tan innovadores muchos de estos procesos que es necesario describirlos de forma individual para conocerlos y analizarlos en profundidad.

En primer lugar el Silicon Valley representa un lugar; en segundo una Universidad que tiene interés en el desarrollo económico; en tercer lugar la universidad favorece la implantación de empresas en su campus universitarios; en cuarto lugar la universidad genera empresas a través de sus graduados; en quinto lugar las empresas generan nuevas empresas a partir de procesos de escisión de parte de sus plantillas; en sexto lugar la existencia de un mercado que facilita la innovación; y en séptimo lugar la generación de un mercado de capitales que ayuda al desarrollo empresarial. Posiblemente sean muchos más los factores que condujeron al éxito del Silicon Valley pero estos siete permiten entender tanto el fenómeno en sí mismo como el posterior desarrollo de los Parques Científicos y Tecnológicos pero sobre todo muestran un ejemplo sobre como desarrollar un sistema virtuoso de innovación local.

## 4.1. Un lugar

El Silicon Valley se encuentra en el valle de Santa Clara en California (Estados Unidos). Es una franja de tierra de 70 por 15 kilómetros en la península al Sur de San Francisco desde Palo Alto, hasta las afueras del Sur de San José, a través de Mountain View, Sunnyvale y Santa Clara. Entre 1769 y 1821 los franciscanos españoles colonizaron un pequeño imperio en California. Abrieron el valle de Santa Clara a través del Camino Real y construyeron misiones, prisiones y comunidades civiles que estaban situadas unas de otras a un día de marcha. Durante el siglo XIX y gran parte del XX el valle de Santa Clara vivía de la agricultura. En 1950 en esa zona solamente existían 800 trabajadores industriales la mayoría en industrias transformadoras de alimentos.

## 4.2. Una Universidad

En 1867 Leland Stanford, uno de los “cuatro grandes” fundadores del ferrocarril Southern Pacific, compró una finca de 3.000 hectáreas, en Palo Alto. Su hijo murió a la edad de quince años y este hecho le provocó una fuerte crisis emocional y decidió construir una Universidad como recuerdo de su hijo. Así nació la Leland Stanford Junior University y en 1887 se colocó la primera piedra y comenzó a ser operativa en octubre de 1891. Leland Stanford cedió a la universidad 20 millones de dólares y prohibió el que pudiesen venderse los terrenos universitarios. La Universidad de Stanford tiene hoy al menos diez premios nobeles y seis premios Pulitzer. Uno de los objetivos de la universidad fue desde los comienzos orientar sus actividades hacia las aplicaciones de la investigación básica. En 1946 creó el Instituto de Investigación de Stanford (SRI) para favorecer la transferencia de tecnología de la investigación hacia el desarrollo económico y desde los orígenes favoreció el desarrollo de empresas desde la propia Universidad.

### Stanford Research Park

El incremento de alumnos que experimentó la Universidad de Stanford, pasó de 4.500 a 8500, después de la Segunda Guerra Mundial le produjo dificultades financieras; por otro lado la población de los alrededores crecía muy rápidamente y demandaba espacios para suelo industrial, de forma que los terrenos de la Universidad comenzaron a ser muy valorados. Estos dos factores hicieron que los representantes de la Universidad decidieran desarrollar sus terrenos y crearon el Stanford Research Park en 1951. De esta manera, la Universidad de Stanford ponía un nuevo instrumento de desarrollo empresarial, al facilitar la instalación de empresas en el Parque y establecer buenos enlaces con la actividad industrial y por otro lado, obtenía una nueva fuente de financiación de la que estaba muy necesitada.



El planeamiento urbanístico era aquellos tiempos prácticamente inexistente en el Condado de Santa Clara. La ciudad de Palo Alto intentó convencer a la Universidad que realizara una subdivisión de los terrenos con una estructura reticular y con parcelas del mismo tamaño, pero nunca se hizo así. La idea fue que fueran las empresas quienes fijaran el espacio que necesitaban y así ocurrió. El tamaño inicial del parque fue de 20 hectáreas, pero cuando Varian, que fue la primera empresa que se ubicó en 1953, reclamó esas veinte hectáreas para ella, el tamaño del parque se amplió hasta las 300 hectáreas que es su dimensión actual. Las empresas acudieron a instalarse al parque porque querían estar en las proximidades de la Universidad y así Varian se trasladó al parque en 1953 y Hewlet-Packard en 1954. En 1955 había 7 empresas, 70 en 1970, 90 en la década de los ochenta con 25.000 trabajadores y en 1994 tenía 150 empresas y 26.000 trabajadores. La Universidad ofrece los terrenos en derecho de superficie ya que tiene imposibilidad de vender dichos terrenos. En 1991 recibió 7 millones de dólares como pago de alquiler de los terrenos del Parque.

### Los procesos de *spin-off* universitarios

El interés manifestado desde su creación por la Universidad de Stanford para crear empresas a partir de los conocimientos y de los postgraduados ha sido una de las características más importantes de esta universidad. Al proceso de creación de empresas desde el ámbito universitario se le denomina *spin-off*.

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. Así surgió Litton Engineering Laboratory en 1928, en 1937 los hermanos Varian desarrollaron el tubo de Klystron con la ayuda que les prestó otro profesor de Stanford: un local y 100 dólares y Terman prestó 1.538 dólares para que William Hewlet y David Packard crearan Hewlet Packard en 1938.

La creación de nuevas empresas a través de *spin-off* universitarios es sólo posible si la Universidad se encuentra próxima a los mercados y sus programas de investigación están cercanos a los intereses de la industria. Durante cerca de 100 años la Universidad de Stanford ha estado trabajando en esa dirección.

### Los procesos de *spin-off* industriales

Pero no sólo la Universidad fue el instrumento para crear nuevas empresas. También en el Silicon Valley se desarrollaron con gran intensidad los procesos de creación de nuevas empresas a partir de empresas ya existentes. Los procesos de generación de *spin-off* industriales fueron determinantes en el rápido desarrollo de la industria microelectrónica y posteriormente de los ordenadores personales.

La Shockley Semiconductor Laboratory fue la empresa madre desde la que se desarrollaron muchas más. Sin ser éste el único caso de empresa madre si es el más didáctico y espectacular. Esta empresa se inauguró en Palo Alto en 1955 y fue la primera empresa de semiconductores del Valle. Su fundador fue William Shockley, que era de Palo Alto, aunque realizó sus estudios en el este y se doctoró en 1936 en el MIT y se incorporó a los laboratorios de ATT, los llamados *Bell Labs*. En 1954 abandonó los Bell Labs y con el apoyo financiero de Arnold Beckman, regresó a Palo Alto y fundó la nueva empresa.

En 1957, ocho ingenieros de la Shockley (Noyce, Hoerni, Kleiner, Moore, Last, Grinich, Roberts y Blank) abandonaron la empresa y fundaron otra: Fairchild Semiconductor. El padre de uno de estos ingenieros tenía relaciones con la firma neoyorquina Hayden y Stone y comentó la aventura de su hijo. Fue Arthur Rock, ejecutivo de la empresa, quien ayudó a los ocho ingenieros a buscar financiación. La encontró en la Fairchild Camera que financiaría a la nueva empresa con un millón y medio de dólares que recuperaría cuatro años más tarde con un valor de tres millones.

Desde la Fairchild se crearon múltiples empresas. El primero en abandonar la Fairchild para crear otra empresa fue el director gerente que habían contratado, también era socio, Baldwin y creó Rheem Semiconductor; en 1961 seis ingenieros de la Fairchild crearon Signetics; ese mismo año Hoerni, Roberts y Kleiner crearon Amelco; y en 1967 Hoerni abandonó Amelco para crear Intelsil. En 1962 otra escisión de la Fairchild creó Molectro; en 1963 otra creó General Micro Electronics; en 1967 otra la National Semiconductor; y en 1968 Noyce y Moore crearon Intel. En 1980 casi 70 empresas del valle podían sentirse descendientes de la Fairchild.

### El mercado local

Para cualquier empresa nueva que se crea, su primer objetivo es poder entrar en el mercado. El mercado determina la existencia misma de la empresa y en el Silicon Valley apareció un mercado ansioso de nuevas tecnologías que supuso el elemento más fundamental de su desarrollo. Las buenas expectativas frente a un mercado inmenso fue lo que animó a muchos ingenieros a crear sus propias empresas y a los inversores a poner su capital en ellas. Sin aquel mercado local ávido de tecnología puede que nada hubiese pasado. Sólo algunos gobiernos han aprendido que la mejor manera de apoyar la innovación es mediante el apoyo a las empresas a través del mercado. Parece que estas prácticas van contra la libre competencia pero no es así, favorecer el que las empresas entren en el mercado es ayudar al mercado y este hecho fue lo que ocurrió en el Silicon Valley.

California en 1937 tenía 30.000 personas trabajando en la industria aeronáutica y siete años más tarde en 1944 más de dos millones de personas. Los orígenes de este cambio se remontan al bombardeo de Pearl Harbour ya que a partir de entonces el departamento de



defensa instaló plantas de producción de aviones en los Ángeles y de buques en la bahía de San Francisco. El mercado local que se generó lo compraba el gobierno americano. Esta situación continuó después de la segunda guerra mundial y se aceleró con el conflicto de Corea. Entre 1955 y 1965 el empleo industrial creció un 25% en California, mientras que en el resto de Estados Unidos creció un 6,5%.

### El mercado mundial y global

Este mercado local favoreció el desarrollo de las empresas del Silicon Valley y una vez que las empresas tuvieron dimensión suficiente vieron que podían atacar el mercado mundial. Buscaron nuevos lugares donde fabricar más barato, abrieron nuevos centros de investigación y además estas nuevas tecnologías de la información consiguieron cambiar los mercados mundiales por mercados globalizados.

### El capital-riesgo

La financiación de las empresas tecnológicas e innovadoras es uno de los aspectos cruciales en su desarrollo. Los tecnólogos que se introducen en el mundo de los negocios casi nunca valoran que uno de los aspectos más difíciles de conseguir es el capital necesario para realizar sus inversiones y sus operaciones. Un error muy extendido es el que los bancos pueden suministrarles ese capital y no saben que los bancos sólo dan dinero a aquéllos que lo tienen y por lo tanto no lo necesitan. Un futuro negocio no es una garantía bancaria. Cuando estos aspectos se conocen, la experiencia de construir una empresa innovadora se hace mucho más difícil.

Mucho se ha escrito sobre la financiación a las empresas en el Silicon Valley y quizá se ha sobrevalorado el concepto de capital-riesgo como la panacea de la financiación. Existe la creencia de que después de recorrer la banca solicitando dinero para un proyecto y obteniendo siempre la misma respuesta negativa la única solución es el capital-riesgo y en esos momentos de desesperanza nunca el capital-riesgo soluciona esos problemas.

La financiación de las primeras empresas que surgieron de la universidad normalmente provino de los mismos empresarios o de personas relacionadas con la Universidad. Hemos visto anteriormente como fueron profesores universitarios los que financiaron a empresas como la Varian o la Hewlet-Packard y como también la Shockley Semiconductor Laboratory fue financiada por empresarios emprendedores, que además eran líderes de empresas innovadoras como fueron Arnold Beckman de Brekman Instruments y Sherman Fairchild de la Fairchild Camara and Instruments.

En una segunda fase del desarrollo del Silicon Valley fueron sus propios empresarios, una vez que habían obtenido excelentes beneficios de sus empresas, los que hicieron de financiadores de nuevos proyectos, como fue el caso de Mike Markkula que fue director de marketing de Intel el que aportó capital para la creación de Apple

El capital-riego surge en el Silicon Valley cuando la tasa de éxito empresarial, favorecido por un mercado local público es decir seguro y de gran dimensión, anima al capital a invertir con la esperanza de recibir unos rendimientos futuros importantes y en esas circunstancias se convirtió en la pieza angular que determinó el éxito del Valle.

### El Silicon Valley en cifras

El éxito del Stanford Research Park hizo que en todo el valle de Santa Clara animados por las colectividades locales se crearan parques al estilo del de Stanford y que el empleo creciera de forma espectacular. El empleo de alta tecnología pasó de 5.996 personas en 1959 a 51.951 en 1970; a 179.113 en 1980; y a 214.924 en 1985; y que mientras este empleo representaba menos del 10% sobre el empleo total de la industria en 1959 pasó a representar cerca de un 80% en 1985.

## 5. Incubadoras de empresas de base tecnológica

138

Una de las maneras más intuitivas para transformar el conocimiento en productos y/o servicios es mediante la creación de una empresa. La historia del Silicon Valley que hemos visto en el apartado anterior así lo atestigua. Fueron las empresas que se crearon a partir de los conocimientos generados en la Universidad de Stanford (*spin-off* académicos) o a través de escisiones de empresas tecnológicas ya constituidas (*spin-off* industriales) las que crearon la riqueza en el Valle.

Así, allí se demostró como estas empresas desarrolladas a partir de conocimientos científicos o tecnológicos fueron los agentes que facilitaron esa conversión de conocimiento en dinero, fueron en suma los agentes que realizaron la transferencia de tecnología desde la universidad hacia los mercados.

Es por esto por lo que son estas empresas de base científica y tecnológica los verdaderos agentes que provocan el desarrollo de los sistemas virtuosos de innovación.



Uno de los instrumentos que se diseñaron para facilitar la creación de empresas de base científica o tecnológicas fueron las incubadoras de empresas.

Una incubadora de empresas se compone de un equipo de profesionales que ayudan a los emprendedores al desarrollo de su plan de negocio, a aprender las diversas técnicas de gestión empresarial y a buscarles la financiación necesaria para llevarlo a cabo. Además dispone de un edificio donde estas empresas se ubican por un periodo de tiempo no superior a los tres años.

La incubadora de empresas es una parte importante de los sistemas de innovación de ámbito local siendo considerada como una infraestructura de estos sistemas. Suele ser el germen en el desarrollo de un Parque Científico y Tecnológico y uno de los instrumentos desde el ámbito universitario para participar en el mundo empresarial. Existen muchas universidades promotoras de este tipo de incubadoras, aunque también son los agentes públicos locales, ayuntamientos y gobiernos regionales, quienes las desarrollan.

Alrededor de este concepto se han desarrollado otros en función del grado de desarrollo de las empresas y la suma de todos ellos nos conduce a uno más global como es el de Parque Científico y Tecnológico.

Pero vayamos por partes. Si nos concentramos en la fase previa de creación de una empresa, que va desde que un emprendedor tiene una idea hasta que es capaz de tener una empresa, y tenemos un equipo de gestión que ayuda al emprendedor en todo este proceso y además existe un espacio físico donde se pueden alojar los emprendedores digamos hasta un máximo de un año, entonces tendremos una preincubadora.

Por otro lado, si nos preocupamos de las empresas que salen de la incubadora y les ofrecemos locales en régimen de alquiler (nidos) o con posibilidad de compra (contenedores) o incluso una parcela donde construir su propio edificio, entonces habremos creado casi sin darnos cuenta un Parque Científico y Tecnológico.

De esta forma hemos diseñado un modelo de desarrollo empresarial continuo ya que se ha creado un sistema que favorece el desarrollo empresarial desde la fase inicial, o de idea, hasta que ésta se convierte en una empresa madura que compite en los mercados globales. El sistema se adapta al rápido crecimiento de la empresa.

El ejemplo del Silicon Valley en la creación de empresas ha sido imitado con diferentes modalidades en todo el mundo.

En Estados Unidos, las incubadoras se reprodujeron con mucha rapidez y en Europa tuvo un gran éxito a principios de los 80 la Incubadora de Berlín, que fue copiada en Alemania con el desarrollo de los Centros Tecnológicos Alemanes que eran mitad incubadora mitad centros de servicios a las empresas. La Unión Europea animó, en las regiones de bajo desarrollo

económico, la creación de Centros Europeos de Empresas e Innovación (CEEIs) (llamados también *Business Innovation Centres* [BIC]). Actualmente existen numerosos CEEI en Europa fruto de esta iniciativa (para más información véase el libro editado por el Parque Tecnológico de Andalucía: *Gestión de Centros de Desarrollo e Innovación*).

## 6. Los Parques Científicos y Tecnológicos

Hasta ahora, hemos identificado a los Parques Científicos y Tecnológicos como infraestructuras de los sistemas de innovación y además como sistemas virtuosos de innovación en el ámbito local tomando como referencia las enseñanzas del Silicon Valley.

En realidad los Parques Científicos y Tecnológicos más que infraestructuras de soporte a la innovación debemos considerarlos como sistemas (¿virtuosos?) de innovación en el ámbito local.

Aunque se denominan con diferentes nombres (Parques Tecnológicos, Parques Científicos, Parques Científicos y Tecnológicos, Parques de Investigación, Tecnópolis y Tecnpolos) todos ellos tienen definiciones comunes, nosotros los nombraremos como Parques Científicos y Tecnológicos (PCyT).

La Asociación Internacional de Parques Tecnológicos (IASP) define un PCyT como:

“Un Parque Científico es una organización gestionada por profesionales especializados, cuyo objetivo fundamental es incrementar la riqueza de su comunidad promoviendo la cultura de la innovación y la competitividad de las empresas e instituciones generadoras de saber instaladas en el parque o asociadas a él.

“A tal fin, un Parque científico estimula y gestiona el flujo de conocimiento y tecnología entre universidades, instituciones de investigación, empresas y mercados; impulsa la creación y crecimiento de empresas innovadoras mediante mecanismos de incubación y de generación centrífuga (*spin-off*), y proporciona otros servicios de valor añadido así como espacio e instalaciones de gran calidad”

Por otro lado la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE) lo define como:

“Se trata de un proyecto generalmente asociado a un espacio físico que:

1. Mantiene relaciones formales y operativas con las universidades, centros de investigación y otras instituciones de educación superior.
2. 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.



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

Los Parques Científicos y Tecnológicos normalmente están asociados a un espacio físico dotado de infraestructuras de alta calidad y dispone de distintos lugares donde ubicar empresas innovadoras (preincubadoras, incubadoras, nidos, contenedores y parcelas) además de otras infraestructuras propias de los sistemas de innovación como son los centros tecnológicos y los centros de formación especializados.

Los Parques Científicos y Tecnológicos se caracterizan porque sus usuarios preferentes son empresas innovadoras y donde la relación con el mundo científico es fundamental.

El elemento diferencial de un Parque Científico y Tecnológico con respecto a otras iniciativas de soporte empresarial lo constituye el equipo de gestión cuya misión fundamental es favorecer el intercambio de conocimiento entre las empresas del propio parque y también las del entorno próximo y el mundo científico.

Todos estos aspectos hacen que los Parques Científicos y Tecnológicos se constituyen en sistemas locales de innovación y aquéllos que se han desarrollado con éxito en verdaderos sistemas virtuosos de innovación.

El fenómeno de los Parques Científicos y Tecnológicos es de ámbito mundial. Se han desarrollado en los cinco continentes. Estados Unidos y Europa tienen el mayor número de Parques con respecto a otros continentes, aunque también es muy importante el desarrollo de estos proyectos en China y en el área de Asia Pacífico.

En Europa, los Parques del Reino Unido y Francia fueron los primeros en desarrollarse, mientras que en estos momentos Finlandia y España lideran el número de nuevos proyectos.

## 7. El modelo español

El caso español es paradigmático. Los Parques fueron desarrollados por las Comunidades Autónomas a mediados de la década de los 80, en unos momentos donde el sistema de innovación español era muy débil, las universidades no tenían mucho interés en trabajar con el mundo empresarial y en general las empresas españolas no veían la innovación como un activo que les ayudara a desarrollarse mejor. En estas circunstancias el impulso político de los gobiernos regionales (Comunidades Autónomas) fue clave para que estos parques se consolidaran. Diez años después, en la segunda mitad de los 90, hay un cambio decisivo con respecto a los promotores de nuevos Parques, ya que las Universidades españolas se animan a desarrollar Parques Científicos y poco a poco se va consolidando una estructura

más poderosa de Parques en España. El apoyo del Ministerio de Ciencia y Tecnología es muy importante para consolidar financieramente estos proyectos, ya que invierte en ellos cerca de 300 millones de euros, entre 2000 y 2003.

Pero ha sido en los últimos cinco años (2005-2009) donde el Gobierno español ha invertido cerca de 1.600 millones de euros para financiar proyectos de I+D e infraestructuras en los parques científicos y tecnológicos españoles.

A finales de 2009 había en España 44 parques en funcionamiento y cerca de 40 más en desarrollo. En este mismo año se pusieron en operación 12 nuevos parques.

A finales de 2008, en los 32 parques españoles en funcionamiento, había alojadas 4.582 empresas e instituciones, cifra que se había duplicado desde el año 2006.

El sector empresarial dominante en los parques es el de las tecnologías de la información que representa cerca del 30% del total. Le siguen las ingenierías con un 13%; y los centros tecnológicos y de I+D, con un 6%; Medicina y Salud, 6%; y Energía y Medio Ambiente e Industrial, con un 5% cada uno de ellos.

El número de trabajadores de las empresas e instituciones de los parques alcanzó a finales de 2008 la cifra de 127.559. La media de edad de estas personas supera ligeramente los 30 años y casi la mitad de ellos poseen titulación universitaria.

La facturación de las empresas de los parques fue de 18.323 millones de euros también a finales de 2008 también prácticamente el doble que la que tenían en 2006.

Con respecto a la I+D, en los parques trabajaban 18.233 personas dedicadas a estas actividades y sobre todo muchas de ellas lo hacían en el sector privado.

España es en estos momentos uno de los países del mundo más activo en la creación de nuevos parques científicos y tecnológicos y sobre todo ofrece un nuevo modelo sobre cómo desarrollar sistemas locales de innovación muy ligados al desarrollo de los sistemas regionales promovidos por las comunidades autónomas.

Las Comunidades Autónomas están creando redes de distinto tipo para vertebrar sus sistemas regionales de innovación alrededor de los parques. Cataluña, Madrid, Valencia, Castilla y León y Andalucía entre otras han creado sus redes autonómicas que en su diversidad complementan el modelo español.

El modelo español de parques tiene muchos atributos para que sea la referencia sobre cómo alcanzar la media europea con respecto a la innovación. La creación por parte del Ministerio de Ciencia e Innovación de la Estrategia Estatal de Innovación alinea los objetivos de los parques con el Sistema Español de Innovación.



La Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE) se ha comprometido con el Ministerio en contribuir con un 25% en el incremento de empresas innovadoras que debería de tener este país para converger con Europa en el año 2015, y este compromiso lo ha denominado como el *Manifiesto de San Cugat del Vallés*.

## 8. El impacto socioeconómico de los parques españoles

La APTE en 2006 realizó un estudio en 11 parques de la asociación para conocer su impacto en el entorno socioeconómico donde se ubicaban, y tomó como referencia los datos económicos de esos parques en el año 2005. Hay que hacer notar que en estos cuatro años que han transcurrido desde esa fecha los parámetros económicos de los parques se han doblado.

Pues bien, las conclusiones más importantes de ese estudio fueron las siguientes:

- a) La facturación de las empresas de los parques supuso un 0,44 de la producción total española.
- b) El PIB total generado por los parques supuso un 0,65 del total español.
- c) El empleo generado por los parques supuso un 0,60 del total empleo español.
- d) El impacto en las provincias donde había un parque tecnológico fue mucho mayor así el PIB generado por los parques subió al 1,05% y el empleo 1,12%
- e) Los impuestos generados en los parques alcanzaron los 1.700 millones de euros.
- f) La productividad de las empresas de los parques era mayor que la media de las empresas de Estados Unidos y de Finlandia.
- g) El empleo en I+D de los parques supuso un 5,8% del total español.
- h) Se hizo una estimación en el caso de que todas las provincias españolas contaran con un parque, en este caso se quintuplicaría el volumen de facturación pasando a un 2,32%; también se quintuplicaría la participación en el PIB hasta alcanzar un 3,48%; el peso relativo del empleo pasaría a ser un 3,18%; y la participación en el empleo de I+D sería de 28,78%.

## 9. Caracterización de los parques españoles

Los primeros parques en España fueron desarrollados por las Comunidades Autónomas y fueron de gran extensión, muchos de ellos superaron las 100 hectáreas, y algunos como el Parque Tecnológico de Andalucía en Málaga o el Parque Tecnológico de Bizkaia las 200. En general se constituyeron utilizando como modelo de gobernanza la sociedad anónima

que permitía una gestión más privada aunque teniendo una mayoría pública en el capital de la sociedad. Algunos de estos parques eran propietarios de los terrenos y otros no. La experiencia de 25 años ha demostrado que aquéllos que eran propietarios de los terrenos del parque han sido más sostenibles que los que no lo eran, pero ambos modelos continúan hasta hoy. A finales de los 90 aparecieron los parques científicos promovidos por las universidades. Estos parques se caracterizan por un escaso desarrollo inmobiliario y por lo tanto son de dimensiones más pequeñas que los parques tecnológicos; normalmente apenas superan las 30 hectáreas aunque hay algunas excepciones. La gobernanza de estos parques está ligada a una fundación y casi nunca pueden vender los terrenos y utilizan sus edificios en régimen de alquiler a las empresas que allí se ubican. Posteriormente han aparecido modelos mixtos que curiosamente se autodenominan parques científicos y tecnológicos y que suelen ser de un tamaño intermedio.

Los promotores más usuales de los parques son las Comunidades Autónomas, los Ayuntamientos y las Universidades. En algún caso también participan las cajas de ahorro e incluso existe algún parque de promoción privada.

Los gestores de los parques además de construir su infraestructura y de gestionarla se encargan de atraer y crear empresas innovadoras y de base tecnológica que constituyen el objetivo fundamental de estos recintos, y parte de su trabajo está relacionado con la transferencia de conocimiento entre los ámbitos más científicos del entorno universitario hacia el mundo empresarial. Los parques tienen en su interior infraestructuras de apoyo al mundo empresarial como son centros tecnológicos, centros públicos de I+D e incubadoras de empresas. Los centros tecnológicos son normalmente concentraciones empresariales de un determinado sector que organizados normalmente alrededor de una fundación ofrecen servicios tecnológicos y de innovación a sus empresas, desarrollan proyectos de I+D sectoriales y además en algunos casos crean nuevas empresas procedentes de sus resultados de investigación.

Los centros de I+D son normalmente de origen público y en muchos casos dependientes de las universidades que orientan parte de sus conocimientos hacia el mundo empresarial, bien ofreciendo servicios o desarrollando proyectos de colaboración entre ellos y las empresas. En las incubadoras de empresas se crean y maduran empresas procedentes o bien del ámbito universitario (*spin-off académicas*) o de las empresas del entorno (*spin-off industriales*). Uno de los atributos de mayor valor de los parques españoles es su capacidad para crear empresas de base tecnológica, otro es que en ellos se concentra gran parte de la I+D privada del entorno donde se ubican.

Los gestores de los parques se relacionan con los políticos, normalmente a través de sus consejos de administración o sus patronatos, con las universidades también en sus consejos o patronatos y con los grupos de investigación de las mismas y con las empresas que son sus clientes. Esta relación suele ser una de las claves del éxito de un parque científico o tecnológico.



Los parques también ofrecen servicios a las empresas que se constituyen en sus inquilinos. Además de ofrecerles los servicios inmobiliarios disponen de servicios de apoyo a la búsqueda de financiación para proyectos de I+D, de servicios de propiedad intelectual, de servicios de formación y colaboran con ellas en la creación de nuevos proyectos innovadores.

En general las empresas de los parques valoran la marca del propio parque, los servicios que éstos ofrecen y las relaciones con el ámbito universitario.

Los nuevos retos de los parques están relacionados con mejorar la financiación de sus empresas mediante el desarrollo del capital/riesgo y sobre todo en ayudar a sus empresas a la internacionalización.

## 10. Las redes de parques

Los parques científicos y tecnológicos del mundo se han organizado en redes de ámbito global, nacional y regional. El deseo de compartir información y el de colaborar en el desarrollo de los parques han hecho que éstos se organicen.

La Asociación Internacional de Parques Tecnológicos (IASP), creada en Francia hace ya más de 25 años, constituye la mayor red mundial y más internacional de parques científicos y tecnológicos. Desde el año 1996 tiene su sede mundial en Málaga en el Parque Tecnológico de Andalucía (PTA), y en estos momentos aglutina a cerca de 400 parques en más de 80 países diferentes.

En España la red de parques se constituyó en 1988, se denominó Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE) y fue formada por los gerentes de los primeros parques españoles creados por las comunidades autónomas y en estos momentos tiene 80 socios de los cuales 44 son parques en funcionamiento y el resto proyectos de parques en desarrollo.

Las comunidades autónomas también han creado redes de parques para vertebrar el desarrollo de sus sistemas de innovación regionales. Destaca la Red de Espacios Tecnológicos de Andalucía (RETA), donde además de los parques científicos y tecnológicos participan los centros tecnológicos, los centros europeos de empresas e innovación (CEEI) y otros agentes del sistema como las OTRI de las universidades entre otros. Tiene más de 50 miembros.

Estas redes configuran a los parques con nuevos atributos como la internacionalización o la cooperación empresarial que son relevantes en los desarrollos de sistemas de innovación.

## 11. Tecnoceldas

El concepto de *tecnocelda* fue descrito por primera vez en un libro de la Asociación Internacional de Parques Tecnológicos (IASP) (*Delivering Innovation* presentado en Perth [Australia] en 1998). El texto en español de ese artículo puede encontrarse en la documentación del Foro Andalucía en el Nuevo Siglo y en el libro *Gestión de Centros de Desarrollo e Innovación* publicado por el PTA. Posteriores referencias sobre este concepto se encuentran en *Frontiers of entrepreneurship and innovation* y en el *Primer Foro sobre el Desarrollo Tecnológico Andaluz*.

La idea de este nuevo concepto surge de tres reflexiones diferentes:

- 1) Unificar en un mismo concepto los distintos tipos de parques tecnológicos (Parques Tecnológicos, Parques Científicos, Tecnópolis y Tecnópolis) y las incubadoras de base tecnológica y adecuarlos a las necesidades de la nueva economía.
- 2) Describir las enseñanzas del Parque Tecnológico de Andalucía (PTA) como ejemplo de parque tecnológico de una región de bajo desarrollo económico que trabaja en red.
- 3) Expandir el modelo a cualquier dimensión y lugar con la convicción de que los procesos de difusión y transferencia de tecnología en regiones de bajo desarrollo económico hay que realizarlo a través de infraestructuras físicas que confieren visibilidad y confianza a los actores de las mismas.

Una tecnocelda es un lugar de una extensión variable, desde unos centenares de metros cuadrados hasta varios miles de kilómetros cuadrados, en donde existe una acumulación de tecnología que provoca un desarrollo empresarial dentro de sus límites e interrelaciona con el entorno próximo en procesos de difusión y transferencia de tecnología que favorecen la competitividad de las empresas tradicionales y que además se conecta a la red de los mercados globalizados e interrelaciona con ellos. Una de las características de la tecnocelda es que dispone de un equipo de gestión y animación y que los agentes que determinan su existencia son las empresas asociadas a ella.

Además de los procesos de animación son cuatro las características que la definen:

- Un lugar
- La atracción de la innovación
- La difusión y transferencia de tecnología
- La cooperación internacional y el trabajo en red



Las dos primeras configuran el espacio y el elemento generador y las dos últimas son los objetivos de la tecnocelda en relación con el desarrollo económico del entorno. En suma la idea de tecnocelda va asociada al desarrollo de los sistemas locales de innovación.

Para comprender mejor este concepto vamos a analizar las diferentes infraestructuras de apoyo empresarial y desarrollo tecnológico para comprobar si son o no tecnoceldas:

- a) Los parques tecnológicos, los parques científicos, los tecnopolos y las tecnópolis sí son tecnoceldas.
- b) Las incubadoras de empresas sí son tecnoceldas.
- c) Los Centros Tecnológicos no son tecnoceldas porque no tienen empresas en su interior. Aunque son infraestructuras básicas de las tecnoceldas, es decir los Centros Tecnológicos deberían estar dentro de una tecnocelda.
- d) Las Agencias de Desarrollo, Fundaciones y OTRI no son tecnoceldas porque no tienen empresas en su interior.
- e) Los Centros de Formación no son tecnoceldas porque no tienen empresas en su interior.
- f) Los Polígonos Industriales no son tecnoceldas porque no tienen un equipo de gestión para realizar procesos de difusión de tecnología.
- g) Las Universidades no son tecnoceldas porque no tienen empresas.

Como hemos visto en los ejemplos anteriores, para que exista una tecnocelda por lo menos tiene que haber un lugar que contenga empresas en su interior, aunque esto es necesario no es suficiente como es el caso de los polígonos industriales, porque una tecnocelda necesita un equipo de gestión y animación en tareas de difusión tecnológica que no tienen los polígonos industriales.

En el lugar tiene que haber conexiones a Internet en banda ancha, sin ellas no existe tecnocelda porque otra de sus características es la cooperación internacional que se hace trabajando las tecnoceldas en red e Internet es la herramienta para establecer este trabajo en red.

Las tecnoceldas reciben su nombre del trabajo cooperativo en red. Una tecnocelda es un nodo dentro de una red de tecnoceldas y desde la red recibe la información necesaria para facilitar procesos de difusión de tecnología hacia las empresas.

Trabajar en red va mucho más allá de usar Internet o tener una página web. Trabajar en red implica una visión nueva de entender los mercados globalizados, en esencia es orientar todo el trabajo de la tecnocelda alrededor de internet. Una tecnocelda hay que entenderla como una empresa de internet. El éxito de las tecnoceldas se basará en su capacidad de adaptarse a estos nuevos métodos de trabajo en red.

En el fondo, la creación y conexión de las tecnoceldas es como una nueva construcción de las autovías, sólo que por esas nuevas autovías en lugar de circular coches circula el conocimiento en forma digital. Para que pueda circular el conocimiento es necesario que existan tecnoceldas ya que estas permiten la interacción; sin ellas, Internet puede que no sirva para nada.

El concepto de tecnocelda está asociado a los sistemas locales de innovación que trabajan en red. Este hecho, el trabajo en red, es relevante y representa un valor añadido sobre las definiciones tanto de las Incubadoras de base tecnológica como de los Parques Científicos y Tecnológicos.

El equipo de gestión de la tecnocelda debe de orientar su trabajo en las siguientes direcciones:

1. Favorecer la creación de nuevas empresas innovadoras.
2. Conocer las características del sistema local de innovación sobre el que opera (tipo de empresas locales, necesidades de conocimiento de estas empresas, centros de investigación del entorno, etc).
3. Favorecer el encuentro y la difusión de tecnología entre los agentes locales de innovación.
4. Trabajar en red con otras tecnoceldas favoreciendo la cooperación entre empresas de distintas tecnoceldas y ofreciendo servicios de otras tecnoceldas (tecnológicos, formativos etc) a sus empresas locales asociadas.

Otra de las características de las tecnoceldas es su geometría variable que se adapta al tamaño del sistema local de innovación. La tecnocelda más pequeña se puede desarrollar en un pueblo de pocos habitantes y la tecnocelda más grande puede ser una gran metrópoli.

El lugar donde se desarrolla la tecnocelda puede ser muy pequeño, apenas unos metros cuadrados, pero este lugar debe de tener un equipo de gestión especializado en transferencia de tecnología y sobre todo una conexión en banda ancha a Internet.

Dada esta gran variedad de tecnoceldas, las relaciones entre ellas debe ajustarse a su dimensión y además es importante que estén tuteladas por una tecnocelda de tamaño superior, de forma que estos sistemas locales de innovación se coordinen entre sí. Así, si tomamos como referencia el ámbito provincial, las tecnoceldas de los pueblos de la provincia estarían coordinadas por la tecnocelda de la capital. Como puede verse este es un ejemplo muy simple y pueden desarrollarse numerosas combinaciones. Lo más importante a considerar es que una tecnocelda aislada de la red de tecnoceldas pierde sus atributos de tecnocelda.

El trabajo en red de las tecnoceldas las favorece en su propio desarrollo al poder acceder al conocimiento que demandan de forma sencilla a través de Internet. Las tecnoceldas facilitan que el conocimiento llegue al mundo empresarial y este conocimiento se pueda convertir en productos y servicios.



Desde mi punto de vista, el desarrollo de los sistemas locales de innovación alrededor de una red de tecnoceldas favorece el que éstos puedan convertirse en sistemas virtuosos de innovación.

Un ejemplo del desarrollo de las tecnoceldas lo constituye la Red de Espacios Tecnológicos de Andalucía (RETA). En RETA las tecnoceldas se denominan Agrupaciones Tecnológicas (AGT) y están representadas por un técnico que ocupa un determinado lugar, parque tecnológico, centro tecnológico o polígono industrial. RETA tiene 85 agrupaciones tecnológicas ocupando gran parte de los enclaves industriales y tecnológicos de Andalucía, y su mayor reto es transformar la cultura de la innovación de las empresas andaluzas.

## 12. Ciudades y barrios del conocimiento

Hasta ahora hemos considerado los sistemas virtuosos de innovación muy relacionados con el mundo de la empresa y poco con las personas. Hemos visto, sin embargo, que en esta nueva sociedad del conocimiento aunque las empresas son los instrumentos para convertir el conocimiento en dinero, son, sin embargo, las personas las que generan y difunden los conocimientos.

La aparición de Internet permite que las personas no necesiten estar próximas entre sí para transmitirse la información y el conocimiento, aunque la proximidad siempre es un plus al poner en relación otros atributos humanos como son la amistad y la camaradería que son fundamentales para que los flujos de conocimientos entre personas sean más eficaces.

Esta nueva sociedad genera sus propias paradojas. Pareciera que la ubicación de las personas en este mundo virtual está mucho más relacionada a su dirección de correo electrónico, su e-mail, que a su ubicación en el espacio y en el tiempo. Las personas pueden leer sus correos electrónicos desde cualquier lugar del mundo y a cualquier hora.

Sin embargo, las personas necesitan tener relaciones con sus semejantes en un entorno cotidiano y de proximidad. Tener un trabajo global y vivir en lo local.

La experiencia de los Parques Científicos y Tecnológicos es muy ilustrativa. Éstos se construyeron normalmente fuera de los ámbitos urbanos ya que era más barato conseguir grandes extensiones de terreno a unos precios moderados. Pero el éxito de muchos de estos proyectos acarrió consecuencias imprevistas. Los primeros problemas surgieron con los aparcamientos. Cuando un Parque alcanza la cifra de unos 4.000 trabajadores se producen problemas con los aparcamientos de los coches ya que normalmente el uso del vehículo particular es el transporte más demandado y normalmente con un usuario por vehículo. Mientras que una persona no ocupa más allá de 10 metros cuadrados de oficina, un coche ocupa 25 metros cuadrados de aparcamiento.

Estos problemas, añadidos a los problemas de tráfico que generan tantos vehículos, han hecho reflexionar a los diseñadores de nuevos Parques. Las nuevas ideas se desarrollan en el contexto de construir zonas integradas para el uso llamémosle productivo con el uso residencial o de ocio. Cada día más los nuevos Parques se configuran como pequeños barrios satélites de las ciudades donde se ubican.

Estos barrios del conocimiento ligados a los Parques Científicos y Tecnológicos se configuran con los propios atributos que éstos; es decir, excelentes telecomunicaciones que les permiten integrar los ámbitos de trabajo y de residencia desde el punto de vista de servicios avanzados de telecomunicaciones.

En este contexto se crean nuevos hábitats de la innovación que favorecen el desarrollo de los sistemas virtuosos de innovación. Vivir en proximidad al trabajo o trabajar desde casa en el ámbito de lo global es una de las características de estos nuevos barrios del conocimiento.

Pero estas ideas de hábitats desarrolladas alrededor de los Parques pueden también realizarse en las ciudades tradicionales. En la nueva sociedad del conocimiento las personas para trabajar necesitan un espacio de unos 10 metros cuadrados, que puede ser una oficina o su propia casa, una conexión de banda ancha de internet, que le permite el acceso a la información y trabajar en cooperación y en red, y vivir en un sistema, a ser posible, virtuoso de innovación. En estas circunstancias este hábitat puede desarrollarse en una ciudad tradicional donde se incorporen las telecomunicaciones adecuadas y además la rehabilitación o construcción de nuevos edificios de uso mixto para trabajar o vivir orientados fundamentalmente a la juventud que es donde más posibilidades existen para fomentar los procesos innovadores.

Las nuevas ciudades del conocimiento pueden desarrollarse como suma de barrios interconectados, donde cada barrio asume el papel de un centro con todos sus atributos y además se constituye como una tecnocelda.

El papel de los ayuntamientos en este nuevo modelo va más allá de proveer los clásicos servicios municipales sino que tiene que ver con los servicios avanzados de telecomunicaciones de los barrios y de la interconexión entre ellos y además de la gestión de las diversas tecnoceldas que constituyen la ciudad.

El mundo de la sociedad del conocimiento es un mundo en red donde compiten las grandes metrópolis con los pequeños barrios del conocimiento en ofrecer valor a la red. Cuanto mayor sea el valor, mayor será el grado de desarrollo del entorno y este hecho no está ligado a la geografía clásica del desarrollo industrial sino a la nueva geografía que fija Internet y la sociedad del conocimiento y que no es otra que la que determinan los sistemas virtuosos de innovación.



### 13. Bibliografía

- ASOCIACIÓN DE PARQUES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS DE ESPAÑA (APTE) (2003): *Los Parques Científicos y Tecnológicos: Una contribución fundamental al sistema de Ciencia y Tecnología en España*. Málaga.
- ASOCIACIÓN DE PARQUES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS DE ESPAÑA (APTE) (2009): *Directorio de empresas e Instituciones 2009*. Málaga.
- BOLETÍN ECONÓMICO DE ANDALUCÍA 33-34 (2003). Sevilla, Junta de Andalucía.
- BORJA, J. y CASTELLS, M. (1997): *Local y global. La gestión de las ciudades en la era de la información*. Madrid, Taurus.
- CASTELLS, M. y HALL, P. (1994), "Las tecnópolis del mundo. La formación de los complejos industriales del siglo XXI", Alianza Editorial, Madrid.
- CASTELLS, M. (1997): *La era de la información*. Madrid, Alianza Editorial; 3 vols.
- COMISIÓN EUROPEA (1995): *Libro verde de la innovación*. Bruselas-Luxemburgo.
- ECHEVERRÍA, J. (1999): *Los señores del aire: Telépolis y el Tercer Entorno*. Barcelona, Ediciones Destino.
- FONT, A. y ONDÁTEGUI, J. C. (2000): *Los Parques Científicos y Tecnológicos. Los Parques en España*. Madrid, Encuentros Empresariales COTEC 6.
- FORMICA, P. y TAYLOR, D., eds. (1988): *Delivering Innovation*. Málaga, IASP.
- FORMICA, P. y SANZ, L., eds. (2003): *Frontiers of entrepreneurship and innovation*. Málaga, International Association of Science Parks (IASP).
- FUNDACIÓN EMPRESA UNIVERSIDAD DE GRANADA (1999): *La Universidad y la Empresa: Claves para una relación innovadora*. Granada, Universidad de Granada.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF SCIENCE PARKS (IASP) (1998): *XV IASP World Conference on Science & Technology Parks*. Perth.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF SCIENCE PARKS (IASP) (2009): *World-Wide Directory 2009*. Málaga.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2000): *Foro Andalucía en el Nuevo Siglo*. Sevilla.
- MAHON, T. (1985): *Las gentes de Silicon Valley*. Barcelona, Planeta.
- MORENO PERALTA, S. (2003): "The role of Science Parks in the configuration of modern territories"; en *Proceedings of XX IASP Conference*. Lisboa, International Association of Science Parks (IASP).

- MOYANO, E. y PÉREZ YRUELA, M., coords. (2002): *La Sociedad Andaluza 2000*. Córdoba, Instituto de Estudios Sociales de Andalucía (IESA).
- PARQUE TECNOLÓGICO DE ANDALUCÍA (2001): *Primer Foro sobre el Desarrollo Tecnológico Andaluz*. Málaga.
- PEZZI CEREZO, M., coord. (2002): *Documento de trabajo para el debate de la segunda modernización de Andalucía*. Sevilla, Junta de Andalucía.
- ROMÁN DEL RIO, C., ed.: *Aprendiendo a innovar: Regiones del conocimiento*. Sevilla, OCDE/IDR.
- ROMERA, F. (1995): *El extraño caso de las autopistas de la información*. Málaga, Editorial Clave.
- ROMERA, F. (1998): *De Palo Alto a El Palo*. Málaga, Málaga Digital.
- ROMERA, F. (1998): "Science Parks: The engine for growth"; en *Proceedings of XV World Conference on Science and Technology Parks*. Perth.
- ROMERA, F. (1998): "Technocells"; en *Delivering Innovation*. Málaga, IASP.
- ROMERA, F. y SANZ, L., eds. (1999): *IASP European Conference on Science and Technology Parks*. Málaga, International Association of Science Parks (IASP).
- ROMERA, F. (1999): "Las Tecnoceldas"; en *Gestión de Centros de Desarrollo e Innovación*. Málaga, Parque Tecnológico de Andalucía.
- ROMERA, F. (2001): "Construyendo Tecnoceldas: Un modelo para el desarrollo Tecnológico en regiones de bajo desarrollo económico"; en *Primer Foro sobre el Desarrollo Tecnológico Andaluz*. Málaga, Parque Tecnológico de Andalucía.
- ROMERA, F. (2002): *La Cera del Panal*. Málaga, Acento Andaluz.
- ROMERA, F. (2003): "Building Technocells: A model for technological development in less economically developed regions"; en *Frontiers of entrepreneurship and innovation*. Málaga, IASP.
- ROMERA, F. (2003): "Parques Científicos y Tecnológicos como motores del sistema de innovación"; en *Boletín Económico de Andalucía*. Sevilla, Junta de Andalucía.
- ROSENBERG, D. (2002): *Los clones de Silicon Valley*. Madrid, Reuters.
- SANZ, L. (2001): "A technology park model for the global society"; en *XVIII-IASP World Conference on Science and Technology Parks*. Bilbao.
- UTTERBACK, J. M. (2001): *Dinámica de la innovación tecnológica*. Madrid, Clásicos COTEC.