

MARIANA MAZZUCATO

**EL ESTADO
EMPREENDEDOR**

'BRILLANTE'
MARTIN WOLF,
FINANCIAL TIMES

**LA OPOSICIÓN
PÚBLICO** vs. **PRIVADO
Y SUS MITOS**

taurus


Mariana Mazzucato

El Estado emprendedor

La oposición público-privado y sus mitos

*Traducción de
Javier Sanjulián y Anna Solé*



Este libro está dedicado a mi madre, Alessandra, cuyo espíritu sigue influyendo en todos aquellos que la conocieron, contribuyendo a nuestro deseo y capacidad para entender y transformar el mundo con firmeza, generosidad y gracia.

Y a mi padre, Ernesto, cuya batalla para sobrevivir sin ella no ha mermado su búsqueda de casi toda una vida de la que quizá sea la única fuente de energía verdaderamente renovable, la fusión nuclear

PRÓLOGO A LA EDICIÓN DE 2019

REDESCUBRIR LA CREACIÓN DE RIQUEZA PÚBLICA

Escribí *El Estado emprendedor* en 2013 con el objetivo de rebatir la opinión de que, para recuperar el crecimiento después de la crisis financiera de 2008, bastaba con disminuir el déficit reduciendo el gasto público. Además de recordar a los lectores que la crisis financiera la causó la deuda privada, no la deuda pública, afirmaba que era contraproducente para los países pensar que podían «acortar» su camino hacia el crecimiento, puesto que un factor clave del crecimiento económico ha sido la inversión pública en áreas como la educación, la investigación y el cambio tecnológico. De hecho, una de las lecciones clave de este libro es que sin inversiones públicas estratégicas no tendríamos ninguna de las tecnologías de nuestros dispositivos inteligentes, desde internet hasta el GPS o Siri. Tampoco tendríamos las soluciones de energías renovables que podrían crear una revolución verde, ni la mayoría de los nuevos fármacos punteros para tratar enfermedades.

En todos estos ejemplos, los fondos públicos han proporcionado la paciencia y la estrategia de largo plazo previas a la disposición de las empresas a invertir. Es necesario disponer de una mejor comprensión sobre cómo convertir esta capacidad potencial del Estado como *inversor de primera instancia* en un factor clave del crecimiento basado en la inversión, de forma que pueda contribuir a abordar, junto con el sector privado, los grandes retos de nuestro tiempo, desde el cambio climático hasta el futuro de la sanidad o la configuración de la revolución digital. En otras palabras, el objetivo del libro es reorientar el debate sobre el papel del Estado en la

economía, con el propósito de alejarlo de la ideología y enfocarlo hacia el pensamiento práctico que pueda estimular las economías para abordar los retos sociales y tecnológicos.

Esta nueva edición es más relevante que nunca. El Estado emprendedor estadounidense está amenazado. Incluso Ronald Reagan, un defensor de la disminución del tamaño del Estado, aumentó la financiación de organizaciones que eran clave para la innovación en los sectores farmacéutico, informático y energético. Actualmente estas organizaciones se enfrentan a la necesidad constante de defenderse no solo de los recortes, sino también de tener la ambición de invertir más allá de áreas aisladas que pueden facilitar la actividad empresarial. Entre los que se encuentran en peligro están los Institutos Nacionales de la Salud (NIH), que han sido fundamentales en la creación de los fármacos más avanzados que hay en el mercado, así como la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada-Energía (ARPA-E), organización de innovación dentro del Departamento de Energía y hermana de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa (DARPA). Es curioso que atacar a ARPA-E, que actualmente está intentando liderar la innovación energética tal como DARPA lo hizo la innovación en tecnologías de la información, fuera una de las primeras cosas que Donald Trump decidió hacer. Con la primera propuesta presupuestaria de Trump, ARPA-E iba a sufrir grandes recortes, pero se salvó en el último minuto. En 2018 vuelve a estar amenazada, puesto que los 305 millones de dólares del presupuesto del Departamento de Energía están en riesgo y se planea «asegurar el cierre completo de ARPA-E a mediados de 2020». A pesar de que ARPA-E ha demostrado ser capaz de asumir los riesgos de las fases muy iniciales antes de que el sector privado esté dispuesto a invertir, se le acusa de lo contrario: «Ha habido preocupación sobre la posibilidad de que los esfuerzos de ARPA-E se solapen con las inversiones que llevan a cabo, o que deberían llevar a cabo, los departamentos de inversión y desarrollo (I+D) del sector privado».

[1]

Este ataque a la esencia y al papel de las organizaciones públicas como líderes del cambio social y económico hace que la agenda

progresista no pueda limitarse a aumentar el gasto público y luchar contra la «austeridad». También debe, sobre todo, salvaguardar las estructuras y organizaciones cuya construcción requirió mucho tiempo y que invirtieron en la tecnología, las infraestructuras y los servicios necesarios para que la sociedad funcione mejor, sea más sostenible, inclusiva e innovadora. Cuando la financiación tiene altibajos y se desmantelan las organizaciones, pueden pasar décadas hasta que estas se reconstruyen. Esto también es aplicable a las organizaciones destinadas a crear valor público en las áreas del transporte sostenible moderno, internet de nueva generación, innovación sanitaria o la industria de la comunicación.

Tal como se afirma en el libro, entre los padres espirituales del pensamiento creativo en el sector público están John Maynard Keynes y Karl Polanyi. Keynes instó a los políticos a no fijarse solo en el gasto contra-cíclico, sino también a pensar en grande. En otras palabras, los gobiernos no deberían simplemente obstinarse en proyectos que ya están en funcionamiento, sino pensar estratégicamente en cómo las inversiones pueden contribuir a conformar las perspectivas a largo plazo de los ciudadanos.

El historiador económico Karl Polanyi fue incluso más lejos en su libro ya clásico *La gran transformación*, en el que afirmaba que los «mercados libres» son en sí mismos el resultado de la intervención del Estado. En otras palabras, los mercados no son reinos independientes en los que los estados pueden intervenir para bien o para mal; son el *resultado* de la acción pública... y también de la privada.

Las empresas que toman decisiones de inversión y anticipan el surgimiento de nuevos mercados entienden la necesidad de pensar fuera de los esquemas preestablecidos. Los ejecutivos, muchos de los cuales se ven a sí mismos como «creadores de riqueza», reciben cursos de toma de decisiones, gestión estratégica y comportamiento organizacional. Se les anima a asumir riesgos y a luchar contra la inercia.

Pero si el valor se crea de forma colectiva, quienes desarrollan una carrera en el sector público también deberían aprender cómo pensar fuera de los esquemas tradicionales y cómo ser emprendedores.

Pero no lo hacen. En lugar de eso, los políticos y los funcionarios son vistos no como creadores de riqueza o de mercados, sino como quienes corrigen a los mercados (en el mejor de los casos) o como obstáculos a la creación de riqueza (en el peor de los casos).

Esta diferencia de concepto es en parte el resultado de la teoría económica convencional, que afirma que los gobiernos solo deberían intervenir cuando los mercados «fallan». El papel del Estado es establecer y hacer cumplir las reglas del juego: igualar el terreno de juego; financiar bienes públicos tales como las infraestructuras, la defensa y la investigación básica, y diseñar mecanismos para mitigar efectos externos negativos como la contaminación ambiental.

Cuando los estados intervienen de forma que van más allá de su mandato de corregir los fallos del mercado, a menudo se les acusa de crear distorsiones, tales como «elegir a los triunfadores» o «expulsar» al sector privado. Además, la aparición de la «nueva teoría de la gestión pública», que surgió de la teoría de la «elección pública» en la década de 1980, llevó a los funcionarios a creer que deberían ocupar el menor espacio posible, por el temor de que los fallos de la Administración pudiesen ser incluso peores que los fallos del mercado. Eso hizo que se atuvieran a una cultura de la limitación.

Este pensamiento ha causado que muchos gobiernos adoptasen mecanismos de contabilidad del sector privado, tales como el análisis coste/beneficio, o que subcontratasen funciones enteras al sector privado, todo en nombre de alcanzar la «eficiencia». Hay pruebas de que la subcontratación y la privatización, en la mayoría de los casos, no llevan a mayor calidad o eficiencia.[\[2\]](#) Sin embargo, estas tendencias han minado la confianza en las instituciones públicas y las han dejado en una mala posición para trabajar con las empresas a fin de afrontar los retos del siglo XXI, tales como el cambio climático o la provisión de servicios sanitarios a una población envejecida.

No siempre ha sido así. Tras la Segunda Guerra Mundial, dos agencias gubernamentales de Estados Unidos, la NASA y la DARPA, crearon lo que más adelante se convertiría en internet. Ambas

agencias, fundadas en la década de 1950, tenían una gran financiación y objetivos claros. Su enfoque basado en objetivos específicos les permitía atraer a los mejores talentos y se les pedía a sus trabajadores que pensarán en grande y asumieran riesgos.^[3] De forma parecida, ARPA-E, creada en 2009, ha sido responsable de innovaciones significativas en el campo de las energías renovables, en particular en el almacenaje de baterías. Y los NIH han financiado durante décadas el desarrollo de muchos de los fármacos más dispensados.

En lugar de aprender de las experiencias de estos programas, especialmente sobre cómo utilizar la política para abordar problemas sociales al mismo tiempo que se promueven la experimentación de abajo arriba y el aprendizaje, lo que está ocurriendo es todo lo contrario. Esta rica historia se ha olvidado y las instituciones públicas con objetivos específicos se han debilitado. La NASA se ha visto cada vez más obligada a justificar su existencia en términos de valor económico inmediato, en lugar de perseguir objetivos ambiciosos. Se evalúa a la BBC en función de criterios cada vez más restringidos,^[4] que permiten justificar inversiones en noticiarios y documentales de alta calidad, pero incapaces de medir la ambición y las bases del éxito clave de la BBC: la creación de valor público con independencia del formato.

La creación de valor público no puede consistir en simplemente corregir problemas o llenar los huecos que dejan las empresas. El valor público puede y debe convertirse en un objetivo en sí mismo: productos y servicios concretos que contribuyen a crear una sociedad mejor, desde un aire más limpio hasta una economía digital que convierta los datos privados no en beneficios corporativos sino en un recurso para proveer servicios públicos de mayor calidad. El proceso de creación de valor público es tan importante como el resultado final, que idealmente debería ser el producto de un diálogo dinámico con la sociedad civil a través de nuevas formas de colaboración entre el sector público, el sector privado y organizaciones y movimientos de voluntariado en el ámbito local, regional y nacional.

Cuando los actores del sector público, organizados con un objetivo específico, colaboran para abordar problemas de gran alcance, crean de forma conjunta nuevos mercados que afectan tanto a la tasa de crecimiento como a su dirección. Pero esta creación conjunta de valor y la determinación de la dirección del crecimiento requieren experimentación, exploración y la implantación del sistema científico de prueba y error. Es por esto por lo que el marco teórico de «corregir» esté tan equivocado: hace que las agencias públicas se sientan como «jugadores suplentes» y las vuelve más renuentes al riesgo, por el temor de que un proyecto fallido termine siendo portada de los periódicos. Y aun así, cuando se producen éxitos, como la inversión en las tecnologías digitales (incluyendo el algoritmo de Google), las nuevas formas de energía o las fases iniciales de la biotecnología, se interpretan como éxitos del sector privado. Los fundamentalistas del mercado han criticado enormemente al Gobierno de Estados Unidos por financiar la empresa de energía solar Solyndra, que finalmente fracasó, pero nunca mencionan el hecho de que Tesla Motors recibió aproximadamente la misma cantidad de financiación pública.

En el siglo XXI, la discusión sobre el crecimiento debería convertirse en un debate acerca de su *dirección* y la capacidad organizativa subyacente necesaria para aceptar la toma de riesgo y la experimentación necesaria por parte de todas las organizaciones involucradas. A través de este cambio de mentalidad se puede reavivar la agenda progresista: puede y debe hacer que todos los actores se sientan protagonistas, participando en la creación conjunta de valor, pero también distribuyéndolo de formas más inclusivas, dificultando que un pequeño grupo de autoproclamados «creadores de riqueza» extraigan un valor que se ha creado de forma colectiva. Lo que se necesita es un nuevo y dinámico debate en el seno de la sociedad, en el que los objetivos específicos sean tan vitales para nuestro futuro colectivo que no podamos permitirnos no apostar por ellos de forma conjunta. Este es el objetivo de este libro.

En realidad, la economía capitalista no es ni puede ser estacionaria. Tampoco se expande a un ritmo uniforme. Está revolucionada, de manera incesante y desde dentro, por un nuevo espíritu de empresa; es decir, por la introducción de nuevas mercancías o nuevos métodos de producción o nuevas posibilidades comerciales en la estructura industrial, tal como existe en cualquier momento.

JOSEPH SCHUMPETER (1968, pp. 59-60)

Lo importante para el Gobierno no es hacer cosas que ya están haciendo los individuos, y hacerlas un poco mejor o un poco peor, sino hacer aquellas cosas que en la actualidad no se hacen en absoluto.

JOHN MAYNARD KEYNES (1988, p. 293)

Es un error popular creer que la burocracia se muestra menos flexible que la empresa privada. Es posible que así sea en aspectos de detalle, pero cuando se requieren adaptaciones a gran escala, el control central resulta muchísimo más flexible. Un departamento

gubernamental puede tardar dos meses en contestar una carta, pero una industria bajo el control de la empresa privada tarda veinte años para readaptarse a una reducción de la demanda.

JOAN ROBINSON (1979, p. 54)

¿Dónde estabais vosotros [capitalistas de riesgo] en las décadas de 1950 y 1960, cuando toda la financiación tenía que dedicarse a la ciencia básica? La mayoría de los descubrimientos que la han alimentado [a la industria] se crearon entonces.

PAUL BERG,
ganador del Premio Nobel de
Química en 1980 (citado en
Henderson y Schrage, 1984)

INTRODUCCIÓN

VOLVER A PENSAR EN GRANDE

En todo el planeta, los países, incluidos los que están en vías de desarrollo, intentan imitar el éxito de la economía de Estados Unidos. Al hacerlo, se fijan en el poder de los mecanismos «de mercado», en contraposición a los viejos mecanismos del Estado de Europa o la antigua Unión Soviética. Pero Estados Unidos no es lo que parece. El adalid de la doctrina del Estado mínimo y el libre mercado ha destinado durante décadas grandes recursos a programas públicos de inversión en tecnología e innovación, que subyacen a su éxito económico presente y pasado. Desde internet hasta la biotecnología, e incluso el gas de esquisto, el Estado estadounidense ha sido el elemento principal del crecimiento basado en la innovación, al estar dispuesto a invertir en las fases más inciertas del ciclo de innovación, y ha dejado que las empresas se subiesen al carro en la parte más fácil y cuesta abajo del camino. Si el resto del mundo quiere emular el modelo de Estados Unidos debería practicar lo que este país realmente hizo y no lo que dice que hizo: más Estado y no menos. Una parte fundamental de esta lección debería consistir en aprender cómo organizar, dirigir y evaluar las inversiones del Estado para que puedan ser estratégicas, flexibles y orientadas a los objetivos. Solo de esta forma, las mentes más privilegiadas considerarán que es «un honor» trabajar para el Estado.

Esto es algo que debe entenderse no solo en el resto del mundo, sino también en Estados Unidos, donde la narrativa política

dominante está poniendo en peligro la financiación de la innovación y el crecimiento económico futuros. En 2013, el gasto del Gobierno estadounidense en investigación básica cayó por debajo del nivel existente una década antes, y probablemente seguirá cayendo como resultado del bloqueo del Congreso sobre el presupuesto público.

En lugar de discusiones estáticas acerca del tamaño del déficit, debería haber un debate sobre su composición real; sobre cómo invertir estratégicamente en áreas clave, como la investigación y el desarrollo (I+D), la educación y la formación de capital humano, áreas que incrementarán el producto interior bruto (PIB) en el futuro (disminuyendo, como consecuencia, la ratio deuda/PIB), y sobre cómo plantear un debate respecto a la dirección del cambio, para que tales inversiones lleven a un crecimiento que no solo sea «más inteligente» (basado en la innovación) sino también más «inclusivo» y «sostenible».

Estas cuestiones son todavía más urgentes con las próximas elecciones presidenciales de Estados Unidos de 2016, que podrían, con la información adecuada, cambiar los parámetros del debate estático actual. Estados Unidos necesita desesperadamente políticos con el coraje suficiente para nadar contracorriente de la retórica popular y diseñar una visión más atrevida del papel dinámico del Estado en la promoción del crecimiento económico del futuro. En economías emergentes, como China, el sector público está, de hecho, invirtiendo miles de millones en nuevas tecnologías verdes, con la expectativa de que estas industrias sean el motor del crecimiento futuro. Estados Unidos podría inspirarse en su propia historia. En 1961, un presidente tuvo la atrevida, ambiciosa y arriesgada idea de enviar un hombre a la Luna. ¿Quién tendrá la valentía de desarrollar una nueva idea para Estados Unidos en la actualidad?

Abordar los retos sociales actuales, por ejemplo aquellos relacionados con el cambio climático, requiere una visión, una misión y sobre todo confianza en el papel del Estado en la economía. Tal como argumentó de forma elocuente Keynes en *El fin del laissez faire* ([1926] 1988, 293), «lo importante para el Gobierno no es

hacer cosas que ya están haciendo los individuos, y hacerlas un poco mejor o un poco peor, sino hacer aquellas cosas que en la actualidad no se hacen en absoluto». Sin embargo, se requiere que el sector público tenga visión y confianza, ambas cada vez más ausentes en el momento actual. ¿Por qué?

UNA BATALLA DISCURSIVA

¿Cuál es el papel del sector público en el crecimiento económico? Después de la crisis financiera, con unos presupuestos públicos hinchados, principalmente debido a que tuvieron que «salvar» al sector privado, se escucha en todo el mundo que para que los países sean competitivos, innovadores y dinámicos debemos tener más mercado y menos Estado. En el mejor de los casos, dicen, los gobiernos simplemente facilitan el dinamismo económico del sector privado; en el peor de los casos, sus instituciones pesadas, torpes y burocráticas lo inhiben de forma activa. En cambio, el sector privado —que actúa rápido y es amante del riesgo— es lo que realmente promueve el tipo de innovaciones que crean crecimiento económico.

Según esta visión, el secreto que hay detrás de un motor de la innovación como Silicon Valley radica en sus emprendedores y en sus empresas de capital riesgo. El Estado puede intervenir en la economía, pero solo para resolver «fallos del mercado» o para *igualar el terreno de juego*. Puede regular al sector privado con el objetivo de responder a los costes externos que las empresas puedan generar (tales como la polución) y puede invertir en bienes públicos, como la investigación científica básica o el desarrollo de fármacos con poco potencial de mercado. Para algunos de los que se sitúan a la derecha política, incluso solucionar fallos de mercado sería un pecado, puesto que estos intentos llevarían a un resultado todavía peor en forma de «fallos del Gobierno».

Todas estas posturas tienen en común la asunción de que el Estado debería limitarse a arreglar los mercados, en lugar de intentar crearlos y moldearlos directamente. Un artículo de 2012 del semanario *The Economist* sobre el futuro de la industria sintetizaba

esta percepción común: «Los gobiernos siempre han sido pésimos eligiendo a los triunfadores y es probable que empeoren todavía más a medida que legiones de emprendedores y técnicos intercambien diseños online, los conviertan en productos desde sus propias casas y después los comercialicen desde un garaje —afirmaba el artículo—. A medida que se propaga la revolución, los gobiernos deberían limitarse a lo básico: mejores escuelas para crear una mano de obra cualificada, reglas claras y el mismo terreno de juego para empresas de todo tipo. El resto se deja a los revolucionarios».

Este libro tiene el objetivo de dismantelar esta falsa imagen, respaldada por una tendencia global —promovida por economistas, políticos y medios de comunicación conservadores— que ataca y minimiza la importancia del Estado. Se centra en lo que Tony Judt calificó como una «batalla discursiva»: la forma en que hablamos del Estado es importante. Presentar a las empresas privadas como la fuerza innovadora, al mismo tiempo que se representa al Estado como inercial —necesario para lo «básico», pero demasiado grande y pesado para ser un motor dinámico— es una descripción que puede convertirse en una profecía autocumplida. Si seguimos pintando al Estado solo como un facilitador y un administrador y le decimos que deje de soñar, al final esto es lo que conseguiremos; lo que, irónicamente, también hará más fácil criticarlo por ser débil e ineficiente.

El libro sostiene que la imagen fabricada de un Estado perezoso y un sector privado dinámico es la que ha permitido que algunos agentes de la economía se describan a sí mismos como «creadores de riqueza». Al hacerlo, extraen una cantidad enorme de valor de la economía en nombre de la «innovación». De hecho, la mayor reducción de impuestos sobre las ganancias del capital en la historia de Estados Unidos se produjo a finales de la década de 1970, cuando la Asociación Nacional de Capital Riesgo tuvo éxito con su actividad de *lobby* y consiguió una reducción del 40 al 20 por ciento en solo cinco años (Lazonick y Mazzucato, 2013). Todo esto sobre la base de una narrativa en la que los capitalistas de riesgo son los verdaderos emprendedores que asumen riesgos, un relato que veremos que está muy lejos de la verdad.

Este hilo argumental sesgado, que describe a algunos actores de la economía como verdaderos «innovadores», creadores de riqueza y asumidores de riesgos, y a los demás —incluido el Estado— como agentes que detraen riqueza o simples distribuidores de ella, está dañando la posibilidad de construir una asociación público-privada dinámica e interesante. Para explicarlo sin rodeos, este falso relato daña la innovación e incrementa la desigualdad. Y el problema va más allá de la innovación. El relato se ha utilizado para reducir el tamaño del Estado mediante la subcontratación de un número creciente de actividades públicas al más «dinámico y eficiente» sector privado, así como para recortar progresivamente las diferentes actividades del Estado —con cada vez menos recursos dirigidos a construir sus propias competencias y capacidades internas—, reduciendo así lo que una vez fue una noción íntegra del «valor» público como algo a lo que aspirar a una noción reducida de «bien público» que se utiliza únicamente para delimitar las áreas concretas que merecen alguna intervención gubernamental (por ejemplo, las infraestructuras).

PENSAR EN GRANDE

Esta visión tradicional de un Estado aburrido y letárgico contra un sector privado dinámico es tan errónea como generalizada. El libro se centra en explicar una historia muy diferente: en los países que deben su crecimiento a la innovación —y en las regiones más dinámicas dentro de estos países, como Silicon Valley—, el Estado ha actuado históricamente no solo como administrador y regulador del proceso de creación de riqueza, sino que ha sido un actor clave de este proceso y, a menudo, uno más atrevido y más dispuesto a afrontar riesgos que las empresas no querían asumir. Esto es cierto no solo en las áreas concretas que los economistas denominan «bienes públicos» (como la financiación de la investigación básica), sino en toda la cadena de innovación, desde la investigación básica hasta la investigación aplicada, la comercialización y la financiación inicial de las propias empresas. Esta inversión (sí, los gobiernos

invierten, no solo gastan) ha demostrado ser transformadora, capaz de crear mercados y sectores totalmente nuevos, incluyendo internet, nanotecnología, biotecnología y energía limpia. En otras palabras, el Estado ha sido clave para crear y moldear mercados, no solo para «arreglarlos». De hecho, tal como se describe en el capítulo 5, uno de los más largos del libro, incluso la tecnología que hace que el iPhone sea inteligente y no estúpido se debe a la investigación, tanto básica como aplicada, financiada por el Estado. Esto, por supuesto, no significa que Steve Jobs y su equipo no fuesen cruciales para el éxito de Apple, pero ignorar el lado «público» de la historia impedirá que nazcan las Apple del futuro.

Las inversiones públicas transformadoras son a menudo fruto de una política de «objetivos específicos» que piensa en grande: ir a la Luna, luchar contra el cambio climático, etc. Conseguir que los gobiernos vuelvan a pensar en grande en materia de innovación no es solo dedicar más dinero de los contribuyentes a más actividades. Precisa reconsiderar de forma fundamental el papel tradicional del Estado en la economía. En lo que queda de esta introducción expondré en qué consiste esta idea.

En primer lugar, implica empoderar a los gobiernos para concebir una *dirección* para el cambio tecnológico e invertir en esta dirección. Crear mercados en lugar de simplemente arreglarlos. En lugar de llevar a cabo intentos concretos de identificar y elegir a los triunfadores, proyectar una dirección para el desarrollo económico y el cambio técnico amplía el panorama de las oportunidades tecnológicas y exige que el Estado cree una red de agentes (no necesariamente «triunfadores») que estén dispuestos a aprovechar esta oportunidad a través de una asociación público-privada. En segundo lugar, supone abandonar la forma cortoplacista en que por lo general se evalúa el gasto público. La inversión pública debería medirse por su coraje al empujar a los mercados hacia nuevas áreas, en lugar de asumir, como se hace de forma habitual, que el mercado ya existe y los actores públicos y privados deben entrar en él a empujones («expulsando» al otro). En tercer lugar, supone permitir a las organizaciones públicas experimentar, aprender e incluso ifracasar! En cuarto lugar, precisamente porque el fracaso es parte

del proceso de prueba y error para intentar empujar a los mercados hacia nuevas áreas, conlleva encontrar formas para que los gobiernos y los contribuyentes cosechen parte de las ganancias de los aspectos positivos, en lugar de simplemente reducir el riesgo de los aspectos negativos. Solo cuando los políticos dejen atrás los mitos sobre el papel del Estado en la innovación, dejarán de ser, tal como lo expresó en otra época John Maynard Keynes, «esclavos de algún economista caduco».

CREAR MERCADOS EN LUGAR DE SOLO ARREGLARLOS

Según la teoría económica neoclásica que se enseña en la mayoría de los departamentos de Economía, el objetivo de la política gubernamental es simplemente corregir los fallos del mercado. Según esta visión, una vez resuelto el origen del fallo —controlar un monopolio, subvencionar un bien público o gravar una externalidad negativa—, las fuerzas de mercado asignarán los recursos de forma eficiente, permitiendo a la economía seguir la senda del crecimiento. Pero esta postura olvida que los mercados son ciegos, por decirlo de algún modo. Pueden obviar las preocupaciones sociales o medioambientales. Y a menudo toman direcciones por debajo de lo esperado y con trayectorias dependientes que se autorrefuerzan. Las empresas del sector energético, por ejemplo, invertirán antes en extraer petróleo de lo más profundo de la tierra que en energía limpia. En otras palabras, nuestro sistema energético avanza por una trayectoria intensiva en carbono que se estableció hace más de cien años. No se trata simplemente de un fallo del mercado, se trata de un tipo de mercado erróneo que se está quedando encallado.

La dirección de trayectoria dependiente que sigue la economía bajo condiciones de libre mercado es problemática, en particular cuando el mundo se enfrenta a grandes retos sociales como el cambio climático, el desempleo juvenil, la obesidad, el envejecimiento y la desigualdad. Para afrontar estos retos, el Estado debe liderar, no limitarse simplemente a arreglar los fallos del mercado, sino crear y moldear activamente los (nuevos) mercados y

a la vez regular los que ya existen. Debe dirigir la economía hacia nuevos «paradigmas tecnoeconómicos», por utilizar las palabras de la investigadora sobre tecnología e investigación Carlota Pérez. Normalmente, estas direcciones no se generan de forma espontánea a partir de las fuerzas del mercado: son, en gran medida, el resultado de la toma de decisiones estratégica del sector público.

De hecho, casi todas las revoluciones tecnológicas del pasado — desde internet hasta la revolución tecnológica verde actual— han requerido un gran empujón por parte del Estado. Los tecnolibertarios de Silicon Valley se sorprenderían al descubrir que el Tío Sam financió muchas de las innovaciones que hay detrás de la revolución de las tecnologías de la información. A menudo se aclama al iPhone como la quintaesencia de lo que ocurre cuando un Gobierno no intervencionista permite que florezcan los emprendedores geniales. Sin embargo, el desarrollo de las características que hacen que el iPhone sea un teléfono inteligente en lugar de uno estúpido se financió con recursos públicos. El iPhone depende de internet. El progenitor de internet fue ARPANET, un programa financiado durante la década de 1960 por la DARPA, que formaba parte del Departamento de Defensa. El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) surgió en la década de 1970 con un programa militar de Estados Unidos llamado NAVSTAR. La tecnología de la pantalla táctil del iPhone fue creada por la empresa FingerWorks, fundada por un profesor de la Universidad de Delaware que recibe financiación pública y uno de sus estudiantes de doctorado que recibió becas de la Fundación Nacional para la Ciencia y de la CIA. Incluso se puede trazar el linaje con el Gobierno de Estados Unidos de Siri, la alegre asistente personal con reconocimiento de voz, ya que es una empresa que surgió de un proyecto de inteligencia artificial de DARPA.

Y estos avances no solo conciernen al complejo militar-industrial de Estados Unidos. También se puede decir lo mismo en los campos de la salud y la energía. Tal como ha demostrado la física Marcia Angell, muchos de los nuevos fármacos más prometedores tienen su origen en investigaciones que han llevado a cabo los Institutos Nacionales de la Salud (NIH), que tienen un presupuesto anual de

unos 30.000 millones de dólares. Las empresas farmacéuticas privadas, mientras tanto, tienden a centrarse más en la D que en la I de la I+D, en pequeñas variaciones de los fármacos existentes y en el marketing.

Más recientemente, a pesar de los mitos sobre que el boom del gas de esquisto está impulsado por emprendedores independientes que operan de forma autónoma del Estado, el Gobierno federal de Estados Unidos invirtió fuertemente en las tecnologías que lo desencadenaron (Shellenberger, Nordhaus, Trembath y Jenkins, 2012). Cuando en 1976 el centro de investigación energética Morgantown (propiedad y dirigido por el Departamento de Energía) y el Departamento de Minas lanzaron el Proyecto del Gas de Esquisto del Este, que demostró cómo se podía recuperar gas natural de las formaciones de esquisto, el Gobierno federal creó el Instituto de Investigación del Gas, financiado a través de un impuesto sobre la producción de gas natural, y gastó miles de millones de dólares en investigación sobre el gas de esquisto. Durante este mismo periodo, los Laboratorios Nacionales Sandia, también parte del Departamento de Energía de Estados Unidos, desarrollaron la tecnología de mapeo geológico 3-D utilizado para las operaciones de *fracking*.

La historia de la innovación energética financiada por el Estado se repite en la actualidad, no solo con la energía renovable, sino también con las empresas «verdes». Tesla Motors, SolarCity y SpaceX, todas ellas dirigidas por el emprendedor Elon Musk, están surfeando una nueva ola de tecnología del Estado. En conjunto, estas empresas de alta tecnología se han beneficiado de 4.900 millones de dólares de apoyo gubernamental local, estatal y federal, en forma de subvenciones, exenciones fiscales, inversiones en construcción de fábricas y prestamos subvencionados. El Estado también forja la demanda —*crea el mercado*— de sus productos al conceder desgravaciones fiscales y reembolsos para los consumidores de paneles solares y vehículos eléctricos, y al firmar contratos por valor de 5.500 millones de dólares con SpaceX y de 5.500 millones de dólares con la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA) y las Fuerzas Aéreas de Estados

Unidos. A pesar de que este apoyo gubernamental ha sido recientemente el foco de diversos artículos de prensa, dos cosas han pasado relativamente inadvertidas (Hirsch, 2015). La primera es que Tesla Motors también se ha beneficiado de un enorme préstamo garantizado con financiación pública por valor de 465 millones de dólares. La segunda es que Tesla, SolarCity y SpaceX han recibido inversiones directas en tecnologías revolucionarias por parte del Departamento de Energía de Estados Unidos en el caso de las tecnologías de las baterías y los paneles solares, y por parte de la NASA en el caso de las tecnologías de misiles. Tecnologías que SpaceX está utilizando en sus acuerdos comerciales con la Estación Espacial Internacional. Esto no debería ser una sorpresa: el Estado estuvo detrás del desarrollo de muchas tecnologías clave que más adelante fueron integradas por el sector privado en innovaciones revolucionarias. Por supuesto, estas empresas están contribuyendo a empujar la frontera de la innovación al llevar más allá las tecnologías financiadas por el Estado y están contribuyendo de forma crucial a la transición hacia una economía más sostenible desde el punto de vista medioambiental. Pero todo lo que escuchamos en los medios de comunicación es el mito parcial del emprendedor solitario.

El papel del Estado es enorme, no solo en el lado de la demanda, sino también en el de la oferta, es decir, el desarrollo y la difusión de las nuevas tecnologías. Incluso en los casos en que los mercados privados parecen haber desempeñado un papel fundamental, como en la revolución de los automóviles, fue el Estado el que creó las condiciones que permitieron la *difusión* del coche (nuevas regulaciones urbanas, construcción de carreteras, licencias y reglas de tráfico, etc.). En la producción en masa, por ejemplo, el Estado invirtió tanto en las tecnologías subyacentes como en su difusión por toda la economía. En el lado de la oferta, las inversiones de defensa en Estados Unidos, que empezaron durante la Segunda Guerra Mundial, llevaron a mejoras en la industria aeroespacial, electrónica y de materiales. En el lado de la demanda, los subsidios del Gobierno de Estados Unidos a las zonas residenciales después de la Segunda Guerra Mundial —a través de la construcción de carreteras, el apoyo a las hipotecas y garantizando las rentas a través del

Estado del bienestar— permitieron a los trabajadores ser propietarios de vivienda, comprar coches y consumir otros bienes producidos en masa. Hoy en día se venden más coches eléctricos de Tesla en Noruega que en Estados Unidos como consecuencia de las políticas del Gobierno noruego para estimular la compra de productos «verdes». Apoyo a la oferta por parte del Gobierno de Estados Unidos y apoyo a la demanda por parte del Gobierno noruego. ¡Menudo emprendedor solitario!

Así que para los políticos la pregunta no debería ser si elegir o no a los triunfadores. ¡Todo lo relevante ya ha sido elegido! Desde internet hasta la tecnología del *fracking*. Lo que debería convertirse en central para el debate político es *cómo* elegir direcciones definidas de forma amplia, dentro de las cuales pueda producirse la experimentación de abajo arriba. Pero las inversiones privadas solo empezarán después de que se hayan elegido estas direcciones, creando expectativas a las empresas sobre las oportunidades de crecimiento futuras en áreas concretas. Esta discrecionalidad, por supuesto, implicará algunos fracasos aquí y allí, pero las ventajas resultantes de estos empujones de oferta y demanda harán que merezca la pena la espera, pues crearán décadas de crecimiento. En lugar de esto, la pregunta debería ser cómo hacerlo de forma que sea controlable democráticamente y que solucione los principales retos sociales y tecnológicos.

EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS

En realidad, el gasto del Estado en innovación tiende a evaluarse de forma totalmente errónea. En el marco económico dominante se identifican los fallos del mercado y se proponen inversiones gubernamentales concretas. A partir de aquí, su valor juzga a través de un cálculo concreto que requiere muchas conjeturas: ¿serán los beneficios de una inversión concreta mayores a los costes asociados tanto con el ofensivo fallo del mercado como con la implementación de la corrección (por ejemplo, los costes asociados con posibles fallos del Gobierno)? Este método es demasiado estático para

evaluar algo tan dinámico como la innovación. Al no lograr tener en cuenta la posibilidad de que el Estado pueda crear oportunidades tecnológicas que nunca han existido antes y, al hacerlo, asumir grandes riesgos, no presta la suficiente atención a los esfuerzos de los gobiernos en esta área. Los economistas que no ven más allá a menudo describen el sector público como poco más que una versión ineficiente del sector privado.

Esta forma incompleta de evaluar la inversión pública lleva a la acusación de que, al entrar en ciertos sectores, los gobiernos están desplazando (*crowding out*) las inversiones privadas. En lugar de esto, la verdad es que a menudo las inversiones gubernamentales tienen el efecto de «incentivar» (*crowding in*), es decir, estimulan las inversiones privadas que, de lo contrario, no se habrían producido. Al hacerlo, expanden el pastel total de la producción (*output*) nacional, lo que beneficia tanto a los inversores públicos como a los privados. Pero, lo que es más importante, las inversiones públicas deberían estar dirigidas no solo a dar el empujón inicial a la economía, sino también, lo que probablemente es todavía más importante, *deberían hacer cosas que ni siquiera se han concebido y, por tanto, no se están haciendo*. Ninguna empresa privada estaba intentando llevar al hombre a la Luna cuando la NASA inició el proyecto Apolo, lo que implicó no solo el cumplimiento de la misión, sino también muchos avances que llevaron a lo que actualmente llamamos la revolución de las tecnologías de la información y la comunicación.

Actualmente, las empresas privadas como SpaceX de Elon Musk y Blue Origin de Jeff Bezo (Amazon) están recurriendo al conocimiento tecnológico acumulado por la NASA (y beneficiándose de los contratos de compra de la agencia) para explorar la órbita terrestre baja y el espacio exterior. Tal como he recalcado en un proyecto reciente encargado por la NASA (que se publicará próximamente) sobre la emergente economía de la órbita terrestre baja, el peligro es que socialicemos los riesgos de la exploración espacial y de nuevo dejemos que los beneficios de esta actividad se privaticen. Esto puede hacer peligrar la innovación futura, puesto que las agencias estatales responsables de la innovación no participan en los beneficios.

Crear una innovación público-privada simbiótica (más mutualista) exige nuevos métodos, métricas e indicadores para evaluar las inversiones públicas y sus resultados. Sin las herramientas apropiadas para evaluar las inversiones, los gobiernos tienen dificultades para saber cuándo están simplemente operando en espacios ya existentes y cuándo están haciendo que ocurran cosas que de lo contrario no se producirían. El resultado es que las inversiones son demasiado escasas, limitadas al paradigma tecnoeconómico de trayectoria dependiente. Una forma mejor de evaluar una determinada inversión sería tener en cuenta los diferentes tipos de «efectos colaterales», incluyendo la creación de nuevas habilidades y capacidades y si estas llevan a la creación de tecnologías, sectores y mercados nuevos. Por ejemplo, cuando se trata del gasto del Gobierno en ciencias de la vida e investigación sanitaria, tendría sentido ir más allá de la fijación del sector farmacéutico privado en los medicamentos y financiar más trabajo en diagnóstico, tratamiento quirúrgico y cambios en el estilo de vida, áreas clave que se han subestimado y que ofrecen un gran potencial para mejorar las condiciones de salud de la población mundial.

CONSTRUIR ORGANIZACIONES PÚBLICAS DINÁMICAS

Los gobiernos sufren otro problema en lo relativo a valorar la inversión: como resultado de la visión dominante de que deberían limitarse a resolver fallos del mercado, a menudo están mal preparados para hacer mucho más que esto. Según esta postura, para evitar estos problemas, a medida que una agencia regulatoria se ve capturada por las empresas, el Estado debería aislarse del sector privado. Esta es la razón de que los gobiernos hayan subcontratado cada vez más los empleos clave al sector privado. Pero esta tendencia a menudo les hace perder el conocimiento necesario para diseñar una estrategia inteligente que les permita transformar una agencia concreta para que pueda atraer el mejor talento. Crea una profecía que se autorrealiza: cuanto menos piensa en grande un Gobierno, menos experiencia es capaz de atraer,

peores son sus resultados, no se permite pensar en grande y su capacidad de hacerlo se reduce. Si hubiese habido más capacidad de la tecnología de la información dentro del gobierno de Estados Unidos, la Administración Obama probablemente no habría tenido tantas dificultades para desplegar *HealthCare.gov*. En cambio, este fracaso probablemente llevará a más subcontratación.

Para crear y conformar tecnologías, sectores y mercados, el Estado debe estar dotado de la inteligencia necesaria para diseñar e implementar políticas atrevidas. Esto no significa que el Estado vaya a tener éxito siempre; de hecho, la incertidumbre inherente al proceso de innovación conllevará que a menudo fracase. Pero necesita aprender de las inversiones fallidas y mejorar continuamente sus estructuras y prácticas. Tal como señaló el economista Albert Hirschman, el proceso *político* de toma de decisiones es, por su naturaleza, caótico, de modo que es importante que las instituciones públicas estén dispuestas a aceptar el proceso de prueba y error. Los gobiernos deberían prestar tanta atención a los temas de gestión estratégica y comportamiento organizacional de las escuelas de negocios como lo hacen las empresas privadas. No obstante, al desmerecer el papel del sector público como algo no importante, el foco inevitablemente *no* se centra en cómo hacer al Gobierno más competente y más inteligente, sino en cómo hacerlo más pequeño o hacerlo desaparecer totalmente. De hecho, el deseo de *hacer que ocurran cosas que de otro modo no ocurrirían* requiere no solo habilidades burocráticas (a pesar de que estas son cruciales, tal como resaltó Max Weber)^[1] sino una *experiencia* real específica de la tecnología y propia del sector. Solo a través de una visión apasionante del papel del Estado se puede reclutar esta experiencia y este es capaz de diseñar el panorama en el espacio relevante (de hecho, no es una coincidencia que el Departamento de Energía, determinante en el programa de Estímulo de Estados Unidos de 2009, estuviese dirigido por el físico, Steven Chu, galardonado con el Premio Nobel).

RIESGOS Y GANANCIAS

Admitir el papel del Estado como líder en la toma de riesgos y la innovación implica aceptar también los enormes riesgos que debe asumir, bajo una incertidumbre extrema y, por tanto, la elevada probabilidad de fracasar. Esto requiere un tipo concreto de acuerdo entre las empresas y el Estado que reconozca que, puesto que el sector público a menudo lleva a cabo un gasto valiente durante las fases más arriesgadas del proceso de innovación, es justo que no solo pague la factura durante la crisis, sino que también consiga algo cuando hay crecimiento: es decir, que se socialicen tanto los riesgos como los beneficios.^[2] Por ejemplo, el Programa de Investigación de Innovación para Pequeñas Empresas de Estados Unidos (SBIR) ofrece financiación de alto riesgo para empresas en etapas mucho más tempranas que las que financian la mayoría de las empresas de capital riesgo (financió Compaq e Intel cuando eran *start-ups*). De forma parecida, el Programa de Compañías de Inversión en Pequeños Negocios, una iniciativa auspiciada por la Administración de la Pequeña Empresa de Estados Unidos, ha ofrecido créditos y subvenciones cruciales a empresas en una fase inicial, incluyendo Apple en 1978 (véase el capítulo 8). De hecho, la necesidad de estas inversiones de largo plazo no ha hecho más que aumentar con el tiempo a medida que las empresas de capital riesgo se han convertido cada vez más en cortoplacistas y han hecho hincapié en la necesidad de encontrar una «salida» para cada una de sus inversiones (normalmente a través de una oferta pública o la venta a otra empresa) en un plazo de tres años. La innovación real puede tardar décadas.

En este punto es fundamental recordar que está en la naturaleza de la inversión en etapas tempranas en tecnologías con perspectivas inciertas que algunas inversiones sean exitosas mientras que otras resulten perdedoras. Por cada internet (una historia de éxito de financiación del Gobierno de Estados Unidos) habrá muchos Concorde (un elefante blanco financiado por los gobiernos británico y francés), por no hablar del fallido Proyecto Estadounidense de Transporte Supersónico (SSR). Analicemos las historias gemelas de Solyndra y Tesla Motors. En 2009, Solyndra, una *start-up* que

produce paneles solares, recibió un préstamo garantizado de 535 millones de dólares del Departamento de Energía. Ese mismo año Tesla, el productor de coches eléctricos, recibió la aprobación para un préstamo similar, de 465 millones de dólares. En los años siguientes, Tesla tuvo bastante éxito y la empresa devolvió su préstamo en 2013. Solyndra, en cambio, se declaró en quiebra en 2011. Para los conservadores fiscales, este fracaso se convirtió en ejemplo del lamentable historial de errores del Gobierno en lo referente a «elegir a los triunfadores». Por supuesto, si el Gobierno tiene que actuar como un capitalista de riesgo necesariamente cometerá muchos errores. El problema, no obstante, es que los gobiernos, a diferencia de las empresas de capital riesgo, a menudo se ven obligados a asumir los costes de los fracasos mientras que no reciben nada de los éxitos. Los contribuyentes pagaron la factura de las pérdidas de Solyndra, y apenas recibieron algo de los beneficios de Tesla.

Los economistas quizá afirmen que el Estado ya recibe un beneficio por su inversión con los impuestos sobre los beneficios resultantes. La realidad es más compleja. Las grandes empresas son maestras de la evasión fiscal. Google, cuyo algoritmo de búsqueda que ha revolucionado el sector fue financiado por la Fundación Nacional de Ciencia, ha reducido su factura fiscal canalizando parte de sus beneficios a través de Irlanda. Apple hace lo mismo al aprovecharse de la competición a la baja entre los estados de Estados Unidos: en 2006, la empresa, que tiene su sede en Cupertino (California), creó una filial de inversión en Reno (Nevada) para ahorrar impuestos. Esta es la razón de que las propuestas de aumentar los impuestos sobre la riqueza como mecanismo para reducir la desigualdad y generar recursos para que el Estado pueda invertir en innovación y en el proceso económico —tal como ha planteado el economista francés Thomas Piketty— no sean suficientes. Es necesario plantear propuestas más atrevidas y creativas.

Solucionar el problema no es solo una cuestión de arreglar los vacíos legales. Los tipos impositivos en Estados Unidos y en otros países occidentales se han reducido durante varias décadas,

justamente debido a una narrativa errática sobre cómo el sector privado actúa como el único creador de riqueza.[3] Los ingresos gubernamentales también se han hundido como resultado de los incentivos fiscales dirigidos a promover la innovación, pocos de los cuales han demostrado generar una I+D que no se hubiese producido en caso de no haber existido estos incentivos.[4] Y el capital es más móvil que nunca. Un Gobierno concreto que haya financiado una empresa puede ser incapaz de gravarla con impuestos si se ha trasladado a otro país. Y a pesar de que los impuestos son formas efectivas de financiar los gastos básicos, tales como educación, sanidad e investigación, no son suficientes siquiera para empezar a cubrir los costes de hacer inversiones directas en empresas o tecnologías concretas. Si se pide al Estado que haga tales inversiones, tal como ocurrirá cada vez más si los mercados financieros se centran crecientemente en el corto plazo, entonces debería permitírsele recuperar las pérdidas inevitables que se producirán con este proceso.

Si el Gobierno de Estados Unidos hubiese tenido una participación en Tesla, habría sido más que capaz de cubrir las pérdidas de Solyndra. El año que Tesla recibió su préstamo del Gobierno, la empresa salió a Bolsa a un precio inicial de 17 dólares por acción, una cifra que había aumentado a 93 dólares en el momento en que devolvió el préstamo. En 2013, las acciones de Tesla se vendían por encima de los 200 dólares (actualmente cotiza un poco por debajo de este nivel). La perspectiva de que el Estado tenga una participación en una empresa privada puede ser un anatema para muchos en el mundo capitalista, pero como los gobiernos ya están invirtiendo en el sector privado también podrían obtener un beneficio por estas inversiones (algo que incluso los conservadores en materia de política fiscal pueden encontrar atractivo). El Estado no necesita una participación mayoritaria, pero sí una en forma de acciones preferentes que le otorguen una prioridad en el cobro de dividendos (como siempre, sería necesario tener precaución con el conflicto de intereses al organizar un esquema de este tipo). El beneficio podría utilizarse para financiar la innovación futura. Hay, por supuesto, otras formas para socializar no solo el riesgo sino también las

ganancias de la innovación (tal como se explica en el capítulo 9). La cuestión fundamental es que los políticos, los economistas y los medios de comunicación han sido muy rápidos al criticar las inversiones públicas cuando las cosas van mal y muy lentos al recompensarlas cuando van bien.

EL ESTANCAMIENTO SECULAR NO ES INEVITABLE

Estamos en medio de un estancamiento económico que algunos economistas (como el estadounidense Larry Summers) llaman «estancamiento secular», asumiendo que un periodo de largo plazo con tasas de crecimiento económico cercanas a cero será inevitable y persistente. Pero a este diagnóstico de algún modo aciago le falta la causa subyacente del problema. La causa no es el agotamiento de las oportunidades tecnológicas rentables o una falta de demanda efectiva *per se* (declive en los niveles de renta per cápita), más bien está relacionada con lo que está haciendo el Estado o, mejor dicho, con lo que *no* está haciendo.

Detener esta deriva hacia el estancamiento secular requiere, al mismo tiempo, políticas dirigidas al crecimiento *inteligente*, así como un crecimiento centrado en la innovación e *inclusivo*. Precisa que el Estado piense en grande. No obstante, hacerlo se ha vuelto cada vez más difícil para los gobiernos por las razones que he descrito. La noción del Estado como un simple coordinador, administrador y regulador empezó a gozar de una amplia aceptación por primera vez en la década de 1970 y ha gozado de una popularidad redescubierta con la crisis financiera global. Omitiendo que fueron la deuda y la especulación privadas las que llevaron a la crisis, en todo el planeta los políticos se han centrado en la deuda pública, argumentando que la reducción del gasto público incentivará las inversiones privadas. Como resultado, las agencias estatales, la DARPA y los NIH en Estados Unidos, por ejemplo, que han sido responsables de las revoluciones tecnológicas del pasado, han visto cómo se desploman sus presupuestos. En Estados Unidos, el proceso de «secuestro» del presupuesto, que fue convertido en ley en 2011 por un presidente

demócrata y un Senado controlado por los demócratas, conllevará un recorte de 95.000 millones de dólares del gasto federal en I+D entre 2013 y 2021. En Europa, el «pacto fiscal» de la Unión Europea, que obliga a los estados a reducir sus déficits presupuestarios por debajo del 3 por ciento del PIB, está exprimiendo los gastos en educación e I+D.

Además de todo esto, estamos siendo testigos de una creciente financierización del sector empresarial, con muchas empresas gastando más en recompras de acciones —para empujar al alza la cotización de sus acciones, de sus opciones sobre acciones y la remuneración de los directivos— que en áreas como el capital humano y la I+D. Tal como ha demostrado el trabajo de Lazonick (2014), durante la última década las empresas del Fortune 500 se han gastado casi 4 billones de dólares en recomprar sus propias acciones. Las empresas líderes en esta práctica, que se encuentran en los sectores farmacéutico y energético, afirman que la llevan a cabo porque «no hay oportunidades» de inversión. Aun así, esto está muy lejos de la realidad en un momento en que se están gastando miles de millones de dólares en energías renovables e innovación farmacéutica a través de organizaciones públicas. Por tanto, el problema no es solo de cortoplacismo, sino también que no hemos dado con el «acuerdo» adecuado entre Gobierno y empresas. Al final, un sector público cada vez más tímido (y a veces dominado por la austeridad) y un sector empresarial cada vez más financierizado seguramente nos llevarán a un estancamiento secular. Pero se trata de nuestra elección y podemos revertirla.

UN LENGUAJE Y UNA RETÓRICA NUEVOS

Aunque la innovación no es la principal función del Estado, ilustrar su potencial innovador y su carácter dinámico —su capacidad histórica en algunos países para asumir un papel *emprendedor* en la sociedad— es quizá la manera más efectiva de defender su existencia y su tamaño de un modo proactivo. Cambiar la forma en

que hablamos del Estado no consiste únicamente en variar la retórica, se trata de *modificar lo que pensamos sobre el Estado, su función y su estructura*.

La forma en que interpreto el reto de Judt es que debemos empezar a utilizar nuevas palabras para describir al Estado. *Crowding in* (incentivar) es un concepto que, aunque defiende al sector público, sigue usando el negativo como marco de referencia: la posibilidad de que la inversión gubernamental expulse la inversión privada al competir por la misma cantidad de ahorro. Si queremos describir algo positivo y visionario, deberíamos utilizar una palabra más atrevida y ofensiva en lugar de una defensiva. En vez de analizar el papel activo del Estado a través de la corrección de los «fallos del mercado» (recalcados por muchos economistas «progresistas» que correctamente identifican muchos fallos), es necesario construir una teoría que muestre al Estado como *moldeador y creador* de mercados, más en la línea del trabajo de Karl Polanyi (1944), quien señaló cómo el «mercado» capitalista desde el inicio ha estado fuertemente condicionado por las acciones del Estado. En innovación, el Estado no solo incentiva la inversión empresarial, sino que también la «dinamiza», creando la visión, el objetivo específico y el plan.

El libro ofrece una nueva forma de hablar y pensar sobre el Estado con el objetivo de ampliar nuestra visión de lo que puede hacer (recogiendo el guante de lo que Judt denomina «batalla discursiva»): del Leviatán burocrático e inercial al catalizador de la nueva inversión empresarial, del «corrector» del mercado a su creador y conformador, de simplemente «reducir el riesgo» del sector privado a asumir y enfrentarse al riesgo por las oportunidades que ofrece de crecimiento futuro. Contra todo pronóstico.

ESTRUCTURA DEL LIBRO

El libro está estructurado de la forma siguiente:

El capítulo 1 contrapone la imagen popular del Estado como una máquina burocrática con una diferente del Estado como líder en la

toma de riesgo. En lugar de entender la toma de riesgo del Estado a través de la perspectiva habitual de los «fallos del mercado» —con el Estado como un remiendo inerte para las áreas que el mercado no atiende suficientemente—, se introduce el concepto de toma de riesgo empresarial. El Estado no «reduce el riesgo», como si tuviese una varita mágica que lo hace desaparecer. El Estado *asume* riesgos moldeando y creando nuevos mercados. El hecho de que los economistas no tengan una palabra para esta función ha limitado nuestra comprensión sobre lo que el Estado ha hecho en el pasado —en áreas como Silicon Valley— y el papel que puede tener en el futuro, en áreas como la «revolución verde».[5]

El capítulo 2 proporciona un marco para la discusión al analizar cómo los economistas entienden el papel de la innovación y la tecnología en el crecimiento económico. Mientras que hace una generación el avance tecnológico se percibía como algo dado de forma exógena en los modelos económicos, actualmente hay una extensa literatura que demuestra que en realidad es la tasa —y la dirección— de innovación lo que explica la capacidad de las economías para crecer. Este capítulo yuxtapone los dos marcos teóricos diferentes para analizar el papel del Estado en el crecimiento basado en la innovación, ambos estructurados en términos de diferentes tipos de «fallos» que corrige el Estado. El primero es el enfoque de los «fallos del mercado», según el cual el Estado simplemente acorta la brecha entre los beneficios privados y sociales. El segundo es el enfoque de los «sistemas de innovación», que analiza el gasto en I+D de una forma más holística, como parte de un sistema en el que el conocimiento no solo se produce, sino también se difunde por toda la economía. Pero incluso en este segundo enfoque, el Estado fundamentalmente corrige errores (en este caso, «fallos del sistema»), y la conclusión es que «facilita» la innovación y «crea las condiciones» para que se produzca. Estos marcos teóricos han ofrecido una justificación para un mayor gasto gubernamental en innovación; al mismo tiempo, como consecuencia de la falta de atención al Estado como líder en la asunción de riesgo, han permitido que ciertos mitos pervivan. Son mitos que describen la relación entre la innovación y el crecimiento, el papel de las

pequeñas y medianas empresas (pymes), la importancia de las patentes en la economía del conocimiento, el grado en que los capitalistas del riesgo son amantes de este y en el que la inversión en innovación es sensible a los recortes fiscales de diferentes tipos.

El capítulo 3 presenta una visión diferente, la de un Estado emprendedor que actúa como líder en la asunción de riesgo y como creador de mercados. Esta visión no sustituye a la expuesta por los otros dos marcos teóricos, sino que la complementa. Ignorar esta perspectiva ha hecho que las políticas diseñadas a partir del enfoque de los «fallos» sean limitadas en su naturaleza y a menudo motivadas «ideológicamente». Asimismo, presenta ejemplos de la industria farmacéutica, en la que la mayoría de los fármacos más revolucionarios se produce principalmente gracias a fondos públicos, no privados. También analiza la forma en que el capital riesgo se «ha montado en la ola» de las inversiones del Estado en biotecnología.

El capítulo 4 ejemplifica los aspectos clave del «Estado emprendedor» y se centra en la historia reciente de la política industrial de Estados Unidos. Demuestra que, a pesar de las ideas preconcebidas, el Estado estadounidense ha sido extremadamente proactivo y emprendedor en el desarrollo y la comercialización de nuevas tecnologías. El carácter emprendedor del Estado puede adoptar diferentes formas. Cuatro ejemplos que ilustran este hecho son: la creación de la DARPA, el programa SBIR, la Ley de los Medicamentos Huérfanos de 1983 y los desarrollos recientes en nanotecnología. Se amplía la noción de «Estado desarrollista» (Block, 2008; Chang, 2008; Johnson, 1982), llevándola más allá al centrarse en el tipo de riesgo que el sector público ha estado dispuesto a absorber y asumir.

Mientras que los capítulos 3 y 4 analizan sectores, el capítulo 5 se centra en la historia de una empresa concreta (Apple), compañía que a menudo se utiliza para alabar el poder del mercado y la genialidad de los «inventores de garaje», es decir, el poder de la «destrucción creativa schumpeteriana».[6] Yo le doy la vuelta a esta idea. Apple está lejos de ser un producto únicamente de las fuerzas de «mercado». Su éxito ha dependido en gran medida de la *patient public finance* (financiación pública que no espera resultados a corto

plazo) que recibió en sus primeras etapas, así como de las tecnologías financiadas por el Estado que hay detrás de todos sus productos. Además de las tecnologías de la comunicación (explicadas en el capítulo 4), el iPhone es inteligente gracias a elementos como internet, el GPS, la pantalla táctil y el nuevo asistente personal activado por voz (Siri). A pesar de que Steve Jobs fue, sin duda, un genio de la motivación que merece ser elogiado, explicar que el imperio del iPhone/iPad se construyó a partir de estas tecnologías financiadas por el Estado ofrece una historia mucho más precisa del cambio tecnológico y económico que la que presentan las explicaciones convencionales. Teniendo en cuenta el papel crucial que ha tenido el Estado en el surgimiento de empresas como Apple, es especialmente curioso que el debate alrededor de la elusión fiscal de Apple haya tendido a omitir este hecho. Apple debería pagar impuestos, no solo porque es lo correcto, sino porque es el principal ejemplo de empresa que necesita los recursos públicos para ser lo suficientemente grande y amante del riesgo como para llevar a cabo las inversiones que más adelante los emprendedores como Steve Jobs capitalizan (Mazzucato, 2013b).

El capítulo 6 examina la siguiente «gran innovación» después de internet: la revolución verde, que actualmente está siendo liderada por el Estado, del mismo modo que lo estuvo la revolución de la tecnología de la información. En 2012, China anunció su plan para producir 1.000 gigavatios de energía eólica en 2050. Esto equivaldría aproximadamente a remplazar toda la infraestructura eléctrica existente en Estados Unidos por turbinas eólicas. ¿Son Estados Unidos y Europa todavía capaces de soñar tan a lo grande? Parece que no. En muchos países se ha pedido al Estado que se eche a un lado y simplemente «subvencione» o incentive la inversión del sector privado. Por tanto, no hemos conseguido construir visiones de futuro parecidas a las que dos décadas atrás llevaron a la difusión masiva de internet. El capítulo analiza qué países del mundo están liderando la revolución verde y el papel de sus estados, así como la *patient finance* que los bancos de desarrollo estatales están proporcionando para la creación de las inversiones iniciales «catalizadoras» y arriesgadas necesarias para hacer que eso ocurra.

El capítulo 7 se centra en el papel «emprendedor» y de asunción de riesgo del Estado en el lanzamiento de algunas tecnologías limpias, en este caso las turbinas eólicas y los paneles solares fotovoltaicos. Fueron la financiación del Estado y el trabajo de algunas agencias estatales los que dieron el empujón inicial, proporcionaron la financiación inicial y de alto riesgo y crearon el entorno institucional para que pudieran establecerse estas importantes tecnologías. Mientras que el capítulo 5 hace hincapié en el papel del Estado emprendedor de Estados Unidos para liderar la revolución de las tecnologías de la información, así como para crear las bases de la industria de la biotecnología, este capítulo se centra en la implicación de la organización hermana de la DARPA, la ARPA-E (Departamento de Energía), en la innovación en energía renovable y el papel que desempeñan países como Alemania, Dinamarca y China en *dirigir* la revolución verde a medida que se expande a más economías.

Los capítulos 8 y 9 afirman que, una vez hemos aceptado el papel del Estado como tomador de riesgo, más allá de los enfoques habituales de la «corrección de los fallos del mercado» y de la «creación de las condiciones», la pregunta que se plantea es si su intervención está correctamente reflejada en la relación riesgo/ganancia. En demasiados casos, las inversiones públicas se han convertido en regalos empresariales que enriquecen a los individuos y a sus empresas pero que generan un beneficio pequeño (ya sea directo o indirecto) para la economía o para el Estado. Esto es más evidente en el caso de la industria farmacéutica, sector en el que los fármacos financiados con recursos públicos terminan siendo demasiado caros para que los compren los contribuyentes (que son quienes los financiaron). También es verdad en el caso de las tecnologías de la información, en las que el papel activo del Estado en la asunción de riesgo ha generado beneficios privados que después se pusieron a buen recaudo para no pagar impuestos a los gobiernos que les apoyaron. El capítulo 8 ilustra este argumento centrándose de nuevo en Apple. El capítulo 9 analiza el tema de forma más general, argumentando que en una época de grandes

recortes para reducir los déficits presupuestarios es más importante que nunca plantear la discusión sobre cómo puede asegurarse el Estado de que su «asunción de riesgo» genera un beneficio directo, más allá de la fácilmente eludible fiscalidad (como en la propuesta que hizo Piketty en 2013). Precisamente porque las inversiones del Estado son inciertas, hay un elevado riesgo de que fracasen. Pero cuando tienen éxito, resulta ingenuo y peligroso permitir que se privaticen los beneficios. De hecho, las críticas al sector privado por causar la crisis económica actual, al cosechar enormes beneficios privados y después socializar el riesgo a través de los rescates, se está convirtiendo en una característica generalizada e impopular del capitalismo moderno disfuncional que no debería convertirse en la norma.

El capítulo 10 concluye con la reflexión sobre cómo el argumento central del libro (el Estado como un agente activo, emprendedor y que asume riesgos) no es siempre una realidad, sino una posibilidad que a menudo se menosprecia. La posibilidad solo se materializará cuando se hayan garantizado unos supuestos clave, desde cómo concebimos el Estado dentro de sus propias organizaciones (fomentando que los departamentos del sector público sean emprendedores, incluida la necesidad de «aceptar» en lugar de temer el fracaso) hasta la relación entre el Estado y otros actores del sistema de innovación (por ejemplo, al aceptar al Estado como un agente más activo, habrá muchas más ocasiones en las que su papel no sea «impulsar» e «incentivar» sino «ejecutar»). La capacidad del Estado para ejecutar y dirigir dependerá del talento y la experiencia que sea capaz de atraer. Y la ironía es que esto es más difícil en países donde el Estado se hace a un lado y solo «administra» en lugar de liderar con una visión dinámica. A menos que desafíemos los numerosos mitos del desarrollo económico y abandonemos las visiones convencionales del papel que tiene el Estado, no podremos pretender abordar los retos estructurales del siglo XXI ni generar el cambio tecnológico y organizativo que necesitamos para alcanzar un crecimiento sostenible a largo plazo y equitativo.

En conjunto, el libro ofrece una mayor comprensión de la centralidad del sector público en las actividades de asunción de riesgo y el cambio tecnológico radical, esenciales para promover el crecimiento y el desarrollo. Ofrece una descripción del Estado muy diferente de la que conciben quienes diseñan actualmente la política económica, que tienden a negar el papel central del Estado en la innovación y la producción. También desafía la política industrial convencional, que indebidamente minimiza su alcance para liderar y promover el cambio transformacional.

Lo que necesitamos es comprender de una forma madura la división del trabajo innovador en el capitalismo (descrito en el capítulo 1) y del papel que desempeñan tanto el sector privado como el público en la creación, producción y difusión de innovaciones. El libro se centra en la innovación, pero no porque sea lo único o lo más importante en lo que puede invertir el Estado. El papel del Estado como garante de los derechos humanos básicos para todos los ciudadanos, desde la sanidad hasta la educación públicas, así como creador de las infraestructuras necesarias, del sistema legal y del judicial que permiten que la economía funcione correctamente, es igual o más importante. El foco en la innovación se debe al hecho de que es un punto de discusión en el que el Estado es atacado de forma más frecuente. Mientras que por lo general se ha exagerado el papel del sector privado, se ha menospreciado el del sector público. A menudo se presenta al Estado como el problema, a pesar de que esté invirtiendo en nueva tecnología o mejorando el funcionamiento del mercado. Un aspecto clave de este reto es, por tanto, reequilibrar nuestra comprensión sobre cómo funcionan realmente las economías. Solo cuando se haya hecho esto se podrán empezar a formular políticas que funcionen, en lugar de reprogramar estereotipos e ideas que solo tienen objetivos ideológicos.

1

DE LA IDEOLOGÍA DE CRISIS A LA DIVISIÓN DEL TRABAJO INNOVADOR

Los gobiernos siempre han sido incapaces de tomar decisiones correctas y probablemente cada vez lo serán más, en un entorno en el que legiones de emprendedores e inventores intercambian diseños en línea, los convierten en productos en sus casas y los comercializan a nivel global desde un garaje. A medida que se impone la revolución, los gobiernos deberían limitarse a lo básico: mejores escuelas para proveer una mano de obra preparada, reglas claras y un campo de juego para las empresas de todo tipo. Y que los revolucionarios hagan el resto.

THE ECONOMIST (2012)

En todo el planeta oímos que debe reducirse el tamaño del Estado con el objetivo de promover la recuperación posterior a la crisis. Se da por sentado que, si dejamos a un lado el Estado, vamos a dar rienda suelta al poder del espíritu emprendedor y la innovación en el sector privado. Los medios de comunicación, las empresas y los políticos libertarios plantean este conveniente contraste y alimentan la dicotomía entre un sector privado «revolucionario» dinámico, innovador y competitivo y un sector público «entrometido» indolente, burocrático e inercial. El mensaje se repite tanto que la mayoría termina por aceptarlo como una verdad de «sentido común», y muchos han acabado creyendo que la crisis financiera de 2007, que no tardó en convertirse en una profunda crisis económica global, la provocó la deuda del sector público, en lugar de conocer la verdad.

El lenguaje utilizado ha sido muy poderoso. En marzo de 2011, el primer ministro británico David Cameron prometió luchar contra los «enemigos de las empresas» que trabajaban en el Gobierno, a quienes definió como los «burócratas de los departamentos gubernamentales» (Wheeler, 2011). Esta retórica se enmarca en el debate más amplio en el seno del Gobierno de Reino Unido sobre la iniciativa electoral de la Gran Sociedad de David Cameron, en la que la responsabilidad de proporcionar los servicios públicos está pasando del Estado a los individuos que operan o bien por su cuenta, o bien uniéndose a través de la economía social (o tercer sector), con la justificación de que tal «libertad» con respecto a la influencia del Estado revitalizará estos servicios. Los términos empleados, tales como escuelas «libres» (el equivalente de las escuelas privadas de Estados Unidos), dan a entender que liberando las escuelas de la mano dura del Estado, interesarán a los estudiantes y además se gestionarán de forma más eficiente.

Este argumento de «eficiencia» se suele emplear para llevar a cabo el incremento del porcentaje de servicios públicos que se «externalizan» al sector privado en todo el planeta. Sin embargo, casi nunca se lleva a cabo ningún análisis adecuado del ahorro real en términos de los costes que tal externalización proporciona, sobre todo si se tienen en cuenta la falta de «control de calidad» y los costes absurdos que conlleva. En fechas recientes se ha producido un escándalo relacionado con la seguridad de los Juegos Olímpicos de Londres de 2012. Este servicio se externalizó a una empresa llamada G4S, que al final resultó ser por completo incompetente. Esto obligó al ejército británico a encargarse de la seguridad durante los juegos. A pesar de que los directivos de G4S fueron «reprendidos», la empresa sigue obteniendo beneficios y la externalización sigue aumentando. Hay ejemplos de resistencia al proceso de externalización, tales como la decisión de la BBC de crear con medios propios una plataforma de internet para sus emisiones, el iPlayer, que les ha permitido mantenerse como una organización innovadora dinámica, que continúa atrayendo talento y manteniendo su cuota de audiencia, tanto en radio como en televisión, algo que los canales públicos de otros países solo pueden soñar.

La visión del Estado como enemigo de la empresa es una idea que aparece una y otra vez en la prensa económica respetable, como en *The Economist*, que a menudo se refiere al Gobierno como el «Leviatán hobbesiano» que debería quedarse en un segundo plano (*The Economist*, 2011a). Sus prescripciones para el crecimiento económico con respecto al Estado consisten en que este se centre en crear mercados más libres y las condiciones apropiadas para que las nuevas ideas prosperen, en lugar de adoptar un papel más activo (*The Economist*, 2012). En un reciente número especial sobre la revolución verde, la revista defendía de manera explícita, tal como se cita a principios de este capítulo, que el Gobierno debería «limitarse a lo básico», como financiar la educación y la investigación, y dejar el resto a los «revolucionarios», por ejemplo, las empresas. Aun así, tal como argumentaré en los capítulos 4-8, este espíritu revolucionario suele ser difícil de encontrar en el sector privado, mientras que el Estado debe responsabilizarse de las áreas de mayor riesgo e incertidumbre.

Cuando no están presionando al Estado para que les conceda algún tipo de apoyo específico, los *lobbies* empresariales consolidados —de ámbitos tan diversos como el armamento, la medicina y el petróleo— defienden la necesidad de liberarse del brazo del Gobierno, que según ellos está asfixiando su capacidad para salir triunfantes frente a la imposición de derechos de los trabajadores, los impuestos y las regulaciones. El conservador Instituto Adam Smith afirma que el número de reguladores de Reino Unido debería reducirse para permitir que la economía británica «experimente una explosión de innovación y crecimiento» (Ambler y Boyfield, 2010, p. 4). En Estados Unidos, lo que une a los simpatizantes del movimiento del Tea Party es el deseo de limitar los presupuestos del Estado y fomentar el libre mercado. Las grandes empresas farmacéuticas, que tal como veremos en el capítulo 3 son algunas de las mayores beneficiarias de la investigación financiada por el Gobierno, solicitan una y otra vez menos regulación e «intromisiones» en la que afirman es una industria muy innovadora.

Y EN LA EUROZONA...

En la eurozona se sigue afirmando que los problemas de los países «periféricos» de la Unión Europea, como Portugal e Italia, derivan del hecho de que tienen un sector público «derrochador», y no se tiene en cuenta la evidencia de que estos países se caracterizan por un sector público más inactivo, que no ha realizado el tipo de inversiones estratégicas que los países «centrales» más prósperos, como Alemania, llevan décadas haciendo (Mazzucato, 2012b).

El poder de la ideología es tan fuerte que la historia se inventa fácilmente. Uno de los aspectos más destacables de la crisis financiera que empezó en 2007 es que, a pesar de que está claro que la provocó el exceso de deuda privada (sobre todo en el mercado inmobiliario de Estados Unidos), se ha convencido a muchos de que la principal culpable fue la deuda pública. Es verdad que la deuda del sector público ha aumentado de manera drástica (Alessandri y Haldane, 2009), y eso es consecuencia tanto de los rescates a los bancos financiados por el Estado como de la reducción de ingresos fiscales provocada por la subsiguiente recesión que se produjo en muchos países. Pero es muy difícil asegurar que fuera la deuda pública la que causó la crisis financiera, o la crisis económica resultante. El asunto clave no es la cantidad de gasto público, sino el tipo de gasto. De hecho, una de las razones por las que la tasa de crecimiento de Italia ha sido tan baja durante los últimos quince años no es que el Estado haya gastado demasiado, sino que no ha gastado lo suficiente en áreas como educación, capital humano e I+D. Por tanto, incluso con un modesto déficit en el periodo anterior a la crisis (alrededor del 4 por ciento), la proporción entre la deuda y el PIB ha ido en aumento, debido a que la tasa de crecimiento, que es el denominador de esta proporción, se ha mantenido cercana a cero.

Por supuesto, algunos países con crecimiento bajo tienen una deuda pública elevada. No obstante, la pregunta de qué causa qué es altamente polémica. De hecho, la reciente controversia sobre el trabajo de Rogoff y Reinhart (2010) demuestra cuán acalorado es el debate. Sin embargo, lo más sorprendente de la discusión no es que

se haya descubierto que su trabajo estadístico (publicado en la que se supone es una de las revistas económicas más importantes) era incorrecto (y descuidado), sino lo rápido que la gente se creyó el resultado básico: que una deuda superior al 90 por ciento del PIB reduce el crecimiento se quiera o no. El corolario no tardó en convertirse en un nuevo dogma: la austeridad, de forma necesaria (y suficiente), llevará otra vez al crecimiento. Aun así, hay muchos países con deudas más elevadas que han crecido de forma estable (véanse Canadá, Nueva Zelanda y Australia, todos ellos omitidos en los resultados). Más obvio es el argumento de que lo que seguramente importa no es el tamaño agregado del sector público, sino en qué gasta. El gasto en papeleo inútil, o los sobornos, tal vez no sea el mismo que en mejoras del sistema sanitario para que este sea más funcional y eficiente, o en educación de la máxima calidad o investigación básica innovadora, que puedan alimentar la formación de capital humano y las tecnologías futuras. De hecho, las variables que los economistas han descubierto que son importantes para el crecimiento —tales como la educación y la I+D— son caras. No debería sorprendernos el hecho de que los países más débiles de Europa, que tienen una elevada proporción entre deuda y PIB, hayan estado gastando muy poco en estos aspectos, por lo que el denominador de esta proporción se resiente. Por tanto, las recetas de austeridad que hoy en día se están aplicando en estos países no harán más que empeorar el problema.

Y aquí nos encontramos con una profecía que, por su propia naturaleza, se cumple: cuanto más minimicemos el papel del Estado en la economía, menos capaces seremos de asignarle uno destacado a fin de convertirlo en un actor relevante y, por tanto, menos capaz será el Estado de atraer talento de alto nivel. ¿Es una casualidad que el Departamento de Energía de Estados Unidos, que ha sido el que más ha invertido en I+D dentro del Gobierno estadounidense y uno de los que más ha gastado (per cápita) en investigación energética entre los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), haya sido capaz de contratar a un Nobel de Física para que lo dirija? ¿O que los países con planes mucho menos ambiciosos para las organizaciones gubernamentales

sean más susceptibles de tener un sistema de promoción basado en amiguismos y de disponer de menos experiencia en sus ministerios? Por supuesto, no estamos ante un mero problema de «experiencia», pero la capacidad para atraerla es un indicador de la importancia que se le da en las agencias públicas en un determinado país.

EL ESTADO QUE ELIGE A LOS GANADORES FRENTE A LOS PERDEDORES QUE ELIGEN AL ESTADO

Se nos dice una y otra vez que el Estado debería tener una participación limitada en la economía debido a su incapacidad para «elegir a los ganadores», tanto si estos son las nuevas tecnologías como si se trata de sectores económicos o empresas específicas. Pero lo que se ignora es que, en muchos de los casos en los que el Estado ha «fracasado», lo que pretendía era algo mucho más difícil que lo que hacen muchas empresas privadas: ampliar el periodo de gloria de una industria madura (como el experimento del Concorde o el proyecto 5ST o lanzar de manera activa un nuevo sector tecnológico (internet o la revolución de las TIC).

Operar en un terreno tan complicado incrementa mucho más la probabilidad de fracaso. Aun así, al vapulear una y otra vez la capacidad del Estado para actuar como un agente efectivo e innovador en la sociedad, no solo le hemos culpado a la ligera de algunos de sus fracasos, sino que no hemos desarrollado los indicadores necesarios para juzgar sus inversiones de forma justa. Por ejemplo, el capital riesgo público es muy diferente del capital riesgo privado. Está dispuesto a invertir en áreas con mucho más riesgo, a la vez que es más paciente a la hora de financiar y tiene menores expectativas sobre los beneficios futuros. Por definición, su papel es más complicado. Con todo, se comparan los beneficios del capital riesgo público con los del privado, sin tener en cuenta esta diferencia.

Resulta irónico que la incapacidad del Estado para defender su propia posición y difundir su participación en el éxito de los ganadores que ha elegido (desde internet hasta empresas como

Apple) haga que sea más fácil criticarlo por sus ocasionales fracasos (por ejemplo, el proyecto de transporte supersónico). Peor aún, ha respondido a las críticas volviéndose más vulnerable y tímido, fácil de «capturar» por los *lobbies* que buscan recursos públicos para su beneficio privado, o por eruditos que repiten como loros los «mitos» sobre los factores de dinamismo económico.

A finales de la década de 1970, los impuestos sobre los beneficios del capital cayeron de forma significativa a causa de los esfuerzos de los grupos de presión a favor del sector del capital riesgo de Estados Unidos (Lazonick, 2009, p. 73). Dichos grupos sostenían ante el Gobierno que los capitalistas de riesgo habían financiado tanto internet como los primeros tiempos de la industria de los semiconductores y que sin ellos no podría producirse innovación alguna. Así pues, los mismos actores que se montaron en la ola de las costosas inversiones del Estado en lo que más tarde se convertiría en la revolución de las punto.com, presionaron con éxito al Gobierno para que les bajara los impuestos. De esta forma, aquellos cuyo éxito dependía de los bolsillos del Gobierno, tan importantes para financiar la innovación, acabaron vaciándose.

Por otra parte, al no confiar en su propia función, el Gobierno se ha dejado atrapar por los mitos que explican de dónde provienen la innovación y el espíritu emprendedor. Las grandes empresas farmacéuticas intentan convencer al Gobierno de que están sometidas a demasiada regulación y burocracia, al mismo tiempo que dependen de la I+D financiada por el Gobierno. Las asociaciones de pequeñas empresas han convencido a los gobiernos de muchos países de que, como colectivo, están recibiendo escasa financiación. Aun así, en muchos países reciben más apoyo que las fuerzas policiales, y eso que no proporcionan ni los empleos ni la innovación suficientes para justificar tal apoyo (Hughes, 2008; Storey, 2006). Si el Estado hubiera entendido mejor cómo sus propias inversiones habían favorecido el surgimiento de nuevas empresas más prósperas, como Google, Apple o Compaq, quizá habría organizado una defensa más sólida en contra de tales argumentos.

Pero el Estado no ha dispuesto de un buen departamento de marketing y comunicación. Imaginemos cuán fácil habría sido la lucha del presidente Barak Obama a favor de la política sanitaria nacional de Estados Unidos si la población estadounidense estuviera al tanto del importante papel que ha desempeñado el Gobierno en la financiación de los nuevos fármacos más radicales de la industria (véase el capítulo 3). Esto no es «propaganda», sino mejorar el conocimiento sobre la historia de la tecnología. El Estado no se ha «entrometido» en el campo de la sanidad, sino que ha creado y ha innovado. No obstante, la historia que se cuenta, y que por desgracia se cree, es que las grandes empresas farmacéuticas son innovadoras y el Gobierno se entromete en su actividad. Explicar la historia correcta (y compleja) es importante por muchas razones. De hecho, la industria justifica los elevados precios de los medicamentos, con independencia de que los subvencione o no el Estado, debido a los supuestamente «elevados costes en I+D». Revelar la verdad contribuye no solo a diseñar mejor las políticas del Gobierno, sino también a posibilitar que el sistema de «mercado» funcione mejor.

Por supuesto, el énfasis que se pone en el papel del Estado como agente emprendedor no pretende negar la existencia de actividad emprendedora en el sector privado, tanto si se trata del papel de las empresas emergentes que proporcionan dinamismo a nuevos sectores (por ejemplo, Google) como de la importante fuente de financiación proveniente de sectores privados como el capital riesgo. El problema es que esta es la única versión que suele contarse. Silicon Valley y la emergencia de la industria de la biotecnología suelen atribuirse a los genios que hay detrás de las pequeñas empresas tecnológicas, como Facebook, o a la plétora de pequeñas empresas de biotecnología de Boston (Estados Unidos) o Cambridge (Reino Unido). Por lo general, el «atraso» de Europa con respecto a Estados Unidos se atribuye al hecho de que el sector del capital riesgo es más débil. Es habitual que los ejemplos de estos sectores tecnológicos de Estados Unidos se utilicen para afirmar que necesitamos menos Estado y más mercado. Inclinar la balanza a favor del mercado le permitiría a Europa crear sus propios

«Googles». Pero ¿cuánta gente sabe que una subvención pública de la Fundación Nacional para la Ciencia financió el algoritmo que llevó al éxito de Google (Battelle, 2005), o que los anticuerpos moleculares, que sentaron las bases de la biotecnología antes de que el capital riesgo entrara en el sector, se descubrieron en los laboratorios públicos del Consejo de la Investigación Médica (MRC) de Reino Unido? ¿Cuánta gente se da cuenta de que a muchas de las empresas emergentes más innovadoras de Estados Unidos no las financió el capital riesgo privado sino el *público*, como el que proporciona el programa SBIR?

Las lecciones que hay que extraer de estas experiencias son importantes. Fuerzan al debate a ir más allá del papel del Estado en cuanto a los estímulos a la demanda o la preocupación sobre la capacidad para elegir a los «ganadores». En su lugar, lo que tenemos es una justificación para crear un Estado *emprendedor*, proactivo y con objetivos, que además sea capaz de asumir riesgos y crear un sistema de actores muy interconectado, que reúna lo mejor del sector privado a favor del bien nacional, en un horizonte de tiempo de medio-largo plazo. Cuando el Estado actúa como líder inversor y catalizador hace que la red actúe y expanda el conocimiento. El Estado puede (de hecho, lo hace) actuar como un creador de la economía del conocimiento, en vez de limitarse al papel de mediador.

Defender un Estado emprendedor no es una política industrial «nueva», porque en realidad ya ha ocurrido. Tal como Block y Keller (2011, p. 95) han explicado muy bien, las directivas industriales del Estado están «ocultas», sobre todo para evitar una reacción en contra de la derecha conservadora. Abundan las pruebas del papel primordial que desempeña el Estado en la historia de la industria informática, internet, la industria farmacéutica-biotecnológica, la nanotecnología y el emergente sector de la tecnología verde. En todos estos casos, el Estado se ha atrevido a plantearse —contra todo pronóstico— lo «imposible»: crear nuevas oportunidades tecnológicas, realizar las elevadas inversiones iniciales necesarias, habilitar una red descentralizada de actores para que lleven a cabo

la investigación arriesgada y, por último, permitir que el proceso de desarrollo y comercialización se produzca de una forma dinámica.

MÁS ALLÁ DE LOS FALLOS DEL MERCADO Y DE LOS FALLOS DEL SISTEMA

Los economistas que están dispuestos a admitir que el Estado desempeña un papel importante suelen justificarlo mediante el recurso a un marco específico, conocido como «fallo del mercado». Desde esta perspectiva, el hecho de que los mercados sean «imperfectos» se considera algo excepcional, y eso hace que el Estado cumpla una función, aunque no sea demasiado interesante. Las imperfecciones pueden surgir por diversos motivos: la negativa de las empresas privadas a invertir en áreas, como la investigación básica, en las que no pueden apropiarse de los beneficios privados porque los resultados son un «bien público» accesible para todas las empresas (los resultados de la I+D son una externalidad positiva); el hecho de que las empresas privadas no incluyan el coste de su contaminación (que es una externalidad negativa) al fijar los precios, o el hecho de que el riesgo de determinadas inversiones sea demasiado elevado como para que una empresa se atreva con ellas por su cuenta, lo que llevaría a la existencia de mercados incompletos. Dadas estas diferentes formas de fallos de mercado, los ejemplos del papel previsto para el Estado incluirían la investigación básica financiada con fondos públicos, los impuestos sobre las empresas que contaminan y la financiación pública de proyectos de infraestructura. A pesar de que este marco teórico es útil, no puede explicar el papel estratégico «visionario» que el Gobierno ha tenido al realizar algunas inversiones. De hecho, el desarrollo de internet o el surgimiento de la industria de la nanotecnología no se produjeron porque el sector privado quisiera algo pero no encontrara los recursos para invertir en ello. Ambos fueron posibles gracias a la visión que el Gobierno tuvo en un área que el sector privado ni siquiera había vislumbrado. Incluso después de que el Gobierno lanzara estas nuevas tecnologías, el sector privado aún tenía

demasiado terror para invertir. El Gobierno tuvo incluso que apoyar la comercialización de internet. Los capitalistas de riesgo tardaron años en empezar a financiar a las empresas de biotecnología o nanotecnología. En este caso —y en muchos otros— fue el Estado el que pareció tener los *animal spirits* más agresivos.

Hay muchos contraejemplos en los que el Estado aparece como un agente que está muy lejos de ser una fuerza «emprendedora». Al fin y al cabo, desarrollar nuevas tecnologías y prestar apoyo a nuevas industrias no es su única función importante. Pero reconocer los ejemplos en que ha desempeñado un papel emprendedor contribuirá a conformar unas políticas que, con demasiada frecuencia, se basen en dar por hecho que el papel del Estado debe limitarse, a lo sumo, a corregir fallos de mercado o fomentar la innovación en el sector privado «dinámico». Creamos así varios mitos, como las premisas de que el Estado debe limitarse a «impulsar» al sector privado en la dirección correcta, de que las desgravaciones fiscales funcionarán porque las empresas están deseando invertir en innovación, de que es necesario eliminar los obstáculos y las regulaciones, de que el mero hecho de que una empresa sea pequeña hace que sea más flexible y emprendedora (y, por tanto, merecedora de apoyo directo e indirecto) y de que el problema central de Europa es simplemente de «comercialización». Estos mitos han impedido que la efectividad de las políticas no sea la deseable para estimular los tipos de innovación que las empresas no habrían intentado por su cuenta.

EL PANORAMA ABRUPTO DEL RIESGO

Tal como explicaré con más detalle en el próximo capítulo, los economistas de la innovación de la tradición «evolutiva» (Nelson y Winter, 1982) han afirmado que los «sistemas» de innovación son necesarios para que el nuevo conocimiento y la innovación puedan difundirse a través de la economía, y que los *sistemas* de innovación (sectorial, regional y nacional) requieren la presencia de conexiones dinámicas entre los diferentes *actores* (empresas, instituciones

financieras, de investigación y educación, fondos públicos e instituciones intermediarias), así como conexiones horizontales *dentro* de las organizaciones e instituciones (Lundvall, 1992; Freeman, 1995). No obstante, se ha ignorado (incluso en este debate) el papel concreto que cada actor desempeña de forma realista en este *panorama de riesgo* «abrupto» y complejo. Muchos de los errores de las actuales políticas de innovación se deben a que se ubica mal a los actores dentro de este panorama (con respecto al tiempo y el espacio). Por ejemplo, resulta ingenuo esperar que el capital riesgo dirija las etapas tempranas y más arriesgadas de muchos nuevos sectores económicos actuales (tales como la tecnología limpia). En biotecnología, nanotecnología e internet, el capital riesgo llegó de quince a veinte años *después* de que se hubieran realizado las inversiones importantes con fondos públicos.

De hecho, la historia demuestra que aquellas áreas del panorama de riesgo (dentro de los sectores en cualquier momento del tiempo, o al principio de los nuevos sectores) que se definen por ser intensivas en capital, intensivas en tecnología y con mayor riesgo de mercado tienden a ser evitadas por el sector privado, por consiguiente, han requerido grandes cantidades de financiación pública (de diferentes tipos), así como la visión y el liderazgo del sector público para hacerlas despegar. El Estado ha aparecido detrás de la mayoría de las revoluciones tecnológicas y de los periodos de crecimiento de largo plazo. Esta es la razón por la que se necesita un «Estado emprendedor», que se implique en la toma de riesgos y en la creación de una nueva visión, en lugar de limitarse a corregir los fallos del mercado.

No comprender el papel que desempeñan los diferentes actores hace más fácil que el Estado se convierta en prisionero de aquellos grupos de interés que retratan su labor de forma retórica e ideológica, sin pruebas ni razonamientos. A pesar de que los capitalistas de riesgo han llevado a cabo una intensa presión para que se les bajen los impuestos sobre el capital y los beneficios (cosa que ya hemos mencionado), no basan en los tipos impositivos sus inversiones en nuevas tecnologías. Por el contrario, se basan en el riesgo percibido, que suele reducirse después de unas cuantas

décadas de inversión previa por parte del Estado. Si no entendemos mejor a los actores implicados en el proceso de innovación, nos arriesgamos a que un sistema de innovación simbiótico, en el que el Estado y el sector privado se benefician mutuamente, se transforme en un sistema parasitario, en el que el sector privado sea capaz de extraer beneficios de un Estado al que al mismo tiempo se niega a financiar.

LOS «ECOSISTEMAS» DE INNOVACIÓN SIMBIÓTICOS FRENTE A LOS «ECOSISTEMAS» DE INNOVACIÓN PARASITARIOS

Hoy en día es habitual referirse a los «sistemas» de innovación como «ecosistemas». De hecho, parece que este concepto está en boca de muchos especialistas en innovación y legisladores. Pero ¿cómo podemos asegurarnos de que el ecosistema de innovación conduce a una relación *simbiótica* (en vez de *parasitaria*) entre el sector público y el privado? Es decir, ¿conducirá el aumento de la inversión del Estado en el ecosistema de innovación a que el sector privado invierta menos y utilice estas ganancias retenidas para financiar beneficios de corto plazo (a través de prácticas como la «recompra de acciones»), o a que invierta más en áreas más arriesgadas, como la formación de capital humano y la I+D, para promover el crecimiento económico de largo plazo?

En general, esta pregunta podría enmarcarse en el concepto del *crowding out*. La hipótesis del *crowding out* sostiene que el peligro de la inversión del Estado reside en que utiliza ahorros que podría haber empleado el sector privado para sus propios planes de inversión (Friedman, 1979). Los keynesianos han argumentado en contra de la idea de que el gasto del Estado desplaza la inversión privada, pero insisten en que esto solo ocurriría en un periodo de plena utilización de los recursos, una situación que raramente se produce. Sin embargo, las ideas que se plantean en este libro presentan un punto de vista diferente: un Estado emprendedor invierte en áreas en las que el sector privado no invertiría ni aunque tuviera los recursos. No se le presta atención al papel visionario,

atrevido y que asume riesgos del Estado. El límite más importante a la inversión de las empresas no es el ahorro, sino su propia falta de valor (los *animal spirits* keynesianos), la mentalidad de «lo de siempre». De hecho, los estudios a nivel de empresa han demostrado que lo que incentiva la decisión de entrar en las industrias (que deciden entrar en un sector concreto) no son los beneficios existentes en ese sector, sino las tecnologías previstas y las oportunidades de mercado (Dosi *et al.*, 1997). Y tales oportunidades están ligadas a la cantidad de inversión del Estado en esas áreas.

Pero ¿qué ocurre si este aspecto potencialmente atrevido del sector privado se ve mermado por el hecho de que el sector público llena el hueco? En lugar de analizar la cuestión en términos de *crowding out*, creo que deberíamos enfocarla de tal manera que lleve a la creación de una asociación público-privada más simbiótica y menos parasitaria. El problema no es que el Estado haya financiado demasiada innovación y creado, por tanto, un sector privado menos ambicioso, sino que los legisladores no han sido lo suficientemente ambiciosos para exigir que tal apoyo sea parte de un esfuerzo más colaborativo, en el que el sector privado también se implique en el reto. En lugar de esto, los grandes laboratorios de I+D han ido cerrando, y la I de la I+D también se ha visto reducida, al mismo tiempo que el gasto de las empresas en I+D ha caído en muchos países como Reino Unido (Hughes y Mina, 2011). Dado que el gasto en I+D del Estado y el de las empresas tienden a estar correlacionados (el primero le abre el camino al segundo), es importante que los legisladores sean más atrevidos, no solo aceptando «financiar» sectores, sino también exigiendo que las empresas de esos sectores aumenten su propia inversión y compromiso con la innovación. Un reciente estudio del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) afirma que la actual ausencia en Estados Unidos de laboratorios corporativos como el Xerox PARC (que desarrolló la tecnología de la interfaz gráfica de usuario que llevó a los sistemas operativos tanto de Apple como de Windows) y los Laboratorios Bell —ambos altamente cofinanciados por los presupuestos de las agencias gubernamentales— es una de las

razones por las que la máquina de la innovación de Estados Unidos está amenazada (MIT, 2013).

El problema también se hace evidente en industrias, como la farmacéutica, en las que existe la tendencia a aumentar las inversiones en I+D del sector público mientras que el gasto del sector privado está disminuyendo. Según Lazonick y Tulum (2012), los NIH han gastado más de 300.000 millones de dólares durante la última década (30.900 millones solo en 2012) y se han implicado cada vez más en el componente de la D de la I+D; es decir, han absorbido mayores costes en el desarrollo de los fármacos (por ejemplo, a través de las pruebas clínicas), mientras que, en conjunto, las empresas farmacéuticas privadas^[1] han gastado menos en I+D, y algunas de ellas han cerrado sus laboratorios de I+D. Por supuesto, el gasto total en I+D puede estar aumentando, porque la parte del desarrollo (D) se está haciendo cada vez más cara. Pero esto esconde la cuestión de fondo. Mientras que algunos analistas han justificado el decreciente gasto en investigación escudándose en la baja productividad de la I+D (el aumento del gasto no lleva aparejado un aumento de los descubrimientos), otros, como Marcia Angell (1984, antigua editora del *New England Journal of Medicine*), han sido más explícitos al culpar a las grandes farmacéuticas por no haber cumplido con su parte. Sostienen que, durante décadas, los nuevos fármacos más radicales han estado saliendo de los laboratorios públicos, mientras que las farmacéuticas privadas se han preocupado más de los fármacos «yo también» (ligeras variaciones de los fármacos ya existentes) y de comercializarlos (véase el capítulo 3). En los últimos años, los directores ejecutivos de las grandes farmacéuticas han admitido que sus decisiones de reducir —y en algunos casos eliminar— sus laboratorios de I+D se deben al reconocimiento de que, en el modelo «abierto» de innovación, la mayoría de sus investigaciones provienen de las pequeñas empresas de biotecnología o de los laboratorios públicos (Gambardella, 1995; *China Briefing*, 2011). Por tanto, las grandes farmacéuticas se centran en trabajar con tales alianzas e «integrar» los conocimientos producidos en otra parte, en lugar de financiar la I+D dentro de la empresa.

FINANCIARIZACIÓN

Uno de los mayores problemas, al que volveremos en el capítulo 9, ha sido la forma en que tales reducciones del gasto en I+D han coincidido con una creciente «financiarización» del sector privado. Por difícil que resulte probar que se trata de una causalidad, resulta innegable que las empresas farmacéuticas privadas han reducido la I de la I+D, al mismo tiempo que han incrementado la cantidad de fondos para recomprar sus propias acciones. El propósito de esta estrategia es presionar al alza la cotización de sus acciones, que afecta a su vez al precio de sus *stock options* (opciones financieras) y a las ganancias de los ejecutivos ligadas a tales opciones. Por ejemplo, en 2011, junto con los 6.200 millones de dólares pagados en dividendos, Pfizer recompró 9.000 millones en acciones, lo que equivalía a un 90 por ciento de sus ingresos netos y al 99 por ciento de sus gastos en I+D. Amgen, la mayor empresa dedicada a la biofarmacéutica, ha recomprado acciones cada año, desde 1992, por un total de 42.200 millones hasta finales de 2011, incluyendo 8.300 millones de 2011. Desde 2002, el coste de las recompras de acciones de Amgen ha superado el gasto de la empresa en I+D todos los años, excepto en 2004, y durante el periodo 1992-2011 fue igual al 115 por ciento del gasto en I+D y al 113 por ciento del ingreso neto (Lazonick y Tulum, 2011). El hecho de que las grandes farmacéuticas estén gastando una cantidad cada vez menor de fondos en I+D, al mismo tiempo que el Estado está gastando más — a la vez que aumenta la cantidad que gastan en recompras de acciones—, hace que este ecosistema de innovación en concreto sea mucho más parasitario que simbiótico. Esto no es el efecto *crowding out*, sino el *free-riding* (problema del polizón). Las estrategias de recompra de acciones incrementan las cotizaciones bursátiles. De este modo se beneficia a los directivos, gestores e inversores, que tienen la mayoría de las acciones de la empresa. Aumentar el precio de las acciones no crea valor (que es el objetivo de la innovación), sino que facilita su extracción. Por tanto, a los accionistas y

directivos los «recompensamos» por montarse en la ola de la innovación que el Estado ha creado. En el capítulo 9 examinaré con mayor detenimiento el problema de la extracción de valor y plantearé si (y cómo) parte de estos «beneficios» deberían devolverse a los trabajadores y al Estado, que son también participantes y accionistas clave en el proceso de innovación.

Por desgracia, el mismo problema parece estar apareciendo en el sector emergente de las tecnologías limpias. En 2010, el Consejo Americano de Innovación en Energía (AEIC), una asociación industrial estadounidense, solicitó al Gobierno que multiplicase por tres su gasto en tecnología limpia, hasta los 16.000 millones anuales, con 1.000 millones adicionales concedidos a ARPA-E (Lazonick, 2011c). Por otro lado, las empresas del AEIC han gastado en conjunto 237.000 millones de dólares en recompras de acciones entre 2001 y 2010. Los principales directores del AEIC provienen de empresas que en 2011 obtuvieron unos ingresos netos colectivos de 37.000 millones de dólares y gastaron aproximadamente 16.000 millones en I+D. Que estas empresas consideren que los enormes recursos de los que disponen son inadecuados para promover una mayor innovación en tecnología limpia demuestra que o bien el Estado desempeña una función decisiva como principal impulsor de la innovación, que tiene una enorme aversión a asumir riesgos... o bien ambas cosas.

El problema de la recompra de acciones no es un hecho aislado, sino un fenómeno creciente: durante la última década, las empresas del S&P 500 han gastado tres billones de dólares en recompra de acciones (Lazonick, 2012). Las empresas que más acciones han recomprado (sobre todo empresas petroleras y farmacéuticas) afirman que esto se debe a la falta de nuevas oportunidades. De hecho, en muchos casos el sector público está realizando las inversiones más caras (por ejemplo, intensivas en capital) en nuevas oportunidades, tales como la medicina o la energía renovable, que entrañan un elevado riesgo de mercado y tecnológico (Fried, Shukla y Saywer, 2012). Esto plantea la pregunta de si el modelo de «innovación abierta» se está convirtiendo en disfuncional. Que las empresas confíen cada vez más en alianzas con pequeñas empresas

y con el sector público parece indicar que los grandes actores invierten más en beneficios de corto plazo (a través de artimañas de mercado) que en inversiones de largo plazo. Regresaré a esta cuestión en los capítulos 9 y 10.

Ahora que la «nueva» política industrial vuelve a estar en la agenda, y muchos países intentan «reequilibrar» sus economías disminuyendo el peso de las finanzas y aumentando el de los sectores de la economía «real», es más importante que nunca preguntar exactamente en qué consistirá tal reequilibrio (Mazzucato, 2012a). Mientras que algunos se han centrado en la necesidad de diferentes tipos de asociación público-privada que puedan favorecer la innovación y el crecimiento económico, sostengo (y me centraré en ello en los capítulos 8 y 9) que lo que necesitamos es intentar construir un tipo de asociación que aumente la participación de todos los que están implicados, y que no produzca problemas parecidos a los de la financiarización: socialización del riesgo y privatización del beneficio.

El trabajo de Rodrik (2004) ha sido especialmente relevante para defender la necesidad de replantear las interacciones entre el sector público y el privado y centrarse más en los procesos que en los resultados de las políticas. Él se basa en los tipos de procesos exploratorios que permiten que los sectores público y privado *aprendan* uno del otro, sobre todo en lo referente a las oportunidades y restricciones a las que se enfrenta cada uno (Rodrik, 2004, p. 3). Utiliza este concepto para plantear que el problema no es qué tipo de herramientas (desgravaciones fiscales a la I+D frente a subsidios) o qué tipo de sectores (acero frente a *software*) se eligen, sino cómo las políticas pueden favorecer los procesos de autodescubrimiento que promuevan la creatividad y la innovación. A pesar de que estoy de acuerdo con el argumento general de Rodrik acerca de la necesidad de favorecer la exploración y el proceso de prueba y error (y esto es, de hecho, un principio central de la «teoría evolutiva del cambio económico» que reviso en el próximo capítulo), creo que la historia del cambio tecnológico nos enseña que elegir sectores concretos durante este proceso es absolutamente crucial. Internet no se habría desarrollado nunca si

no hubiera sido «elegido» de forma contundente por la DARPA, y lo mismo sucede en el caso de la nanotecnología, que fue elegida por la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF) y después por la Iniciativa Nacional de Nanotecnología (NNI) (ambos casos explicados en el capítulo 4). Más importante aún, la revolución verde no despegará hasta que sea firmemente elegida y respaldada por el Estado (tal como explicaré en los capítulos 6 y 7).

Volviendo al argumento fundamental de Keynes (1926) sobre el papel esencial del Gobierno, debemos preguntarnos: ¿cómo pueden las herramientas y políticas horizontales y verticales «hacer que ocurran cosas» que de lo contrario no ocurrirían? El problema de las desgravaciones fiscales a la I+D no es que se trate de herramientas específicas de política, sino que han sido diseñadas de forma errónea y no aumentan las inversiones privadas en I+D. Las pruebas demuestran que es preferible establecer como objetivo el trabajo de I+D antes que los ingresos de la I+D a través de créditos (Lockshin y Mohnen, 2012). El problema del dinero derrochado en un área concreta, como las ciencias de la vida, no está relacionado con el hecho de que fuera «elegida», sino con que no se transformó para hacerla menos disfuncional antes de recibir la ayuda. Cuando hay tantas empresas de «ciencias de la vida» que se centran en la cotización de sus acciones en lugar de incrementar su parte de la I en la I+D, simplemente subsidiar su investigación solo empeorará el problema, en lugar de crear el tipo de conocimiento que Rodrik (2004) reclama de manera tan acertada.

2 TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y CRECIMIENTO

La era de la informática es visible en todas partes excepto en las estadísticas de productividad.

SOLOW (1987, p. 36)

En un reportaje especial sobre la economía mundial, *The Economist* (2010a) afirmaba:

Una agenda de innovación inteligente sería, en resumen, un poco diferente de la que la mayoría de los países ricos parecen apoyar. Debería basarse más en la liberalización de los mercados y menos en tomar decisiones; debería crear las condiciones apropiadas para que surjan buenas ideas, en lugar de hacer promesas tales como los empleos sostenibles desde el punto de vista ecológico. Pero llevar a cabo este tipo de política requiere visión y valor, y la mayoría de las economías ricas no están demostrando ninguna de las dos cosas.

Algunos académicos «progresistas» también apoyan esta visión, argumentando que el Estado se limita a crear las «condiciones para la innovación»:

Aceptar que el Estado tendrá un papel vital en el proceso de garantizar que las condiciones de mercado alcancen el equilibrio «exacto» que estimule la innovación y proporcione la inversión adecuada para los innovadores. (Lent y Lockwood, 2010, p. 7).

Esta es la visión que pide al Gobierno poco más que corregir los fallos del mercado; por ejemplo, invirtiendo en investigación básica, educación e infraestructuras. Aunque el debate acerca de cuál es el papel «apropiado» del Estado no es nuevo, lo cierto es que se beneficiaría de una comprensión más amplia de la producción

bibliográfica sobre el papel de la innovación en la generación de crecimiento económico.

Hace doscientos cincuenta años, al plantear la noción de la «mano invisible», Adam Smith afirmaba que los mercados capitalistas, si se les dejara operar libremente, se autorregularían, de manera que el Estado podría limitarse a crear la infraestructura básica (escuelas, hospitales y autopistas) y a promover y proteger la propiedad privada y la «confianza» (un código moral) entre los actores (Smith, 1904 [1776]). La formación de Smith en política y filosofía hizo que sus escritos fueran mucho más profundos que la posición económica libertaria simple que se le suele atribuir, pero no se puede negar que él creía que la magia del capitalismo consistía en la capacidad del mercado para organizar la producción y la distribución sin la coerción del Estado.

Por el contrario, el trabajo revolucionario de Karl Polanyi (que, aunque se doctoró en Derecho, se le considera un importante economista) ha demostrado que la noción de la autorregulación del mercado es un mito que no está respaldado por los orígenes históricos de los mercados: «La vía del librecambio se abrió, y se mantuvo abierta, a través de un enorme despliegue de intervencionismos continuos, organizados y dirigidos desde el centro» (Polanyi, 1989, p. 205). Según este enfoque, fue el Estado el que creó las condiciones que permitieron la emergencia de una economía basada en el mercado. El trabajo de Polanyi ha revolucionado el mito de la distinción Estado frente a mercado: el más capitalista de todos los mercados, el mercado nacional, fue «promovido» de forma contundente por parte del Estado. En todo caso, han sido los mercados más locales y los internacionales, que son anteriores al capitalismo, los que han estado menos ligados al Estado. Pero el capitalismo, el sistema que suele considerarse que está dirigido por el «mercado», ha estado fuertemente ligado y configurado por el Estado desde el primer día.

John Maynard Keynes creía que los mercados capitalistas, con independencia de su origen, necesitaban una regulación constante a causa de la inestabilidad del capitalismo. Argüía que la estabilidad del capitalismo depende de mantener todas las categorías del gasto

(demanda agregada) del PIB en equilibrio con las demás: la inversión privada (I), el gasto público (G), el consumo (C) y las exportaciones netas (X-M). Un elemento clave de esta extrema volatilidad es la inversión privada. La razón de que sea tan volátil es, que lejos de ser una simple función de los tipos de interés o de los impuestos,^[1] está sujeta a los *animal spirits*, las asunciones instintivas viscerales de los inversores sobre las perspectivas de crecimiento futuras en una economía o un sector específico (Keynes, 1943). Según este enfoque, esta incertidumbre no deja de crear periodos de falta o exceso de inversión, lo que provoca en la economía severas fluctuaciones que se ven agravadas por el efecto multiplicador. Según Keynes, a menos que la inversión privada se compense a través de un aumento del gasto público, las caídas en el consumo y la inversión llevarán a crisis del mercado y depresiones, que eran, de hecho, algo frecuente antes de que sus ideas encontraran su lugar en las políticas económicas posteriores a la Segunda Guerra Mundial.

Los keynesianos han defendido con firmeza la importancia del gasto público para estimular la demanda y estabilizar la economía. Los economistas, inspirados por el trabajo de Joseph Schumpeter (1883-1950), han ido más allá, y le exigen al Gobierno que además gaste en aquellas áreas específicas que incrementan la capacidad innovadora de la nación (aspecto que analizaremos más adelante). El apoyo a la innovación puede adoptar la forma de inversión en I+D, infraestructuras, capacidades de trabajo y apoyo directo e indirecto a tecnologías y empresas específicas.

En la parte izquierda del espectro político, ha sido menos popular invertir en áreas que incrementan la productividad que simplemente gastar en instituciones del Estado de bienestar, tales como la educación o la sanidad. Pero las instituciones del Estado de bienestar no pueden sobrevivir sin el respaldo de una economía productiva que genere los beneficios y los ingresos fiscales que permitan financiar tales prestaciones sociales (Nordhaus y Shellenberger, 2011; Atkinson, 2011). A pesar de que las políticas redistributivas son fundamentales para garantizar que los resultados del crecimiento económico sean justos, no generan crecimiento por

sí mismas. La desigualdad puede dañar el crecimiento, pero la igualdad no lo fomenta por sí misma. Lo que muchos keynesianos de izquierdas han olvidado es una agenda de crecimiento que cree riqueza al mismo tiempo que la redistribuya. Aunar las lecciones de Keynes y Schumpeter puede hacerlo posible. Esta es la razón por la que los últimos capítulos de este libro se centran en la necesidad de entender mejor por qué la innovación y la igualdad pueden ir de la mano, y cómo esto requiere redistribuir los riesgos y los beneficios del crecimiento económico para frenar una de las desafortunadas consecuencias del capitalismo actual: los riesgos se socializan y los beneficios se privatizan, no solo en el sector financiero sino también en el industrial.

En general, ha habido una desconexión entre el gasto fiscal keynesiano y las inversiones en innovación schumpeterianas. Tal falta de conexión se debe, en gran medida, a la defensa de Keynes del «Gobierno inútil»; es decir, que la intervención del Estado en una economía se basa fundamentalmente en el gasto temporal, que podría producirse de cualquier modo (incluso contratando trabajadores para desenterrar un tesoro escondido en una mina de carbón abandonada).^[2] De hecho, esta es la conexión micro-macro que todavía falta en las economías modernas. Sin embargo, la conexión existe. No solo es cierto que las inversiones productivas generan crecimiento, también lo es que el efecto del multiplicador keynesiano es más fuerte cuando el gasto está más «orientado» hacia, por ejemplo, la revolución de la información y la comunicación (como sucedió en las décadas de 1980 y 1990), y quizá la revolución verde de los próximos años. Como afirma Tassei:

El problema de primer orden es la inadecuación a largo plazo de las inversiones (tecnología, capital físico, humano u organizativo) que fomentan la productividad. Incrementar la demanda de vivienda tiene un efecto multiplicador en la cadena de oferta de esa industria, pero este efecto palidece en comparación con el efecto de la inversión en tecnología para *hardware* y *software*, que determina la productividad en muchas industrias. No menos importante es el hecho de que los empleos creados por una cadena de oferta dirigida por la tecnología tienen salarios mucho más elevados, pero deben sostenerse a lo largo de todo un ciclo de vida tecnológico. (2012, p. 31).

Keynes se centró en la necesidad de que el Estado interviniese para aportar estabilidad y evitar las crisis, una cuestión realmente apremiante en las circunstancias actuales.^[3] Pero para comprender la dinámica de tales inversiones es fundamental entender mejor las diferentes perspectivas sobre la teoría del crecimiento económico y después establecer el papel de la tecnología y la innovación como determinantes del crecimiento.

TECNOLOGÍA Y CRECIMIENTO

A pesar de que el crecimiento y la riqueza de las naciones han sido la principal preocupación de los economistas desde Adam Smith, no fue hasta la década de 1950 cuando Abramovitz (1956) y Solow (1956) demostraron que las medidas convencionales de los *inputs* capital y trabajo no pueden explicar el 90 por ciento del crecimiento económico de los países industrializados avanzados como Estados Unidos. Se dio por sentado que el residuo no explicado no debía reflejar la cantidad de factores de producción, sino el crecimiento de la productividad. Hoy en día, los economistas todavía discuten cuáles son los factores más importantes del crecimiento económico. Este debate se refleja en la política, en la que se exponen con vehemencia las diferentes visiones sobre el crecimiento económico, a menudo haciendo caso omiso a los presupuestos teóricos subyacentes y los orígenes de estas visiones.

Durante años, los economistas han tratado de modelizar el crecimiento. A pesar de que los economistas neoclásicos Harrod y Domar desarrollaron el primer modelo de crecimiento (Harrod, 1939; Domar, 1946), fue Robert Solow quien ganó el Premio Nobel por su «teoría» del crecimiento. En el modelo de Solow, el crecimiento se modeliza a través de una función de producción, donde el *output* (Y) es una función de la cantidad de capital físico (K) y trabajo humano (L), *ceteris paribus*; todo lo demás permanece igual. Dentro de «todo lo demás» está el cambio tecnológico.

$$Y = F(K, L)$$

Mientras que los incrementos de K y L provocan movimientos *a lo largo* de la función (curva) de producción, los cambios exógenos (no explicados) en el cambio técnico provocan un desplazamiento de la curva hacia arriba (lo que permite que tanto K como L se utilicen de forma más productiva). Cuando Solow descubrió que el 90 por ciento de la variación del *output* económico no se explicaba a través del capital ni del trabajo, llamó al residuo «cambio técnico». Abramovitz, quien sabía mucho más que Solow sobre las condiciones que sostienen el cambio técnico, llamó al residuo «la medida de nuestra ignorancia» (Abramovitz, 1956), expresión que llegó a hacerse muy famosa.

Si el modelo de base resultó ser tan deficiente que no podía explicar el 90 por ciento del incremento de la variable dependiente que estaba describiendo, entonces debería haberse descartado y desarrollado un modelo nuevo. De hecho, muchos economistas como Joan Robinson (Harcourt, 1972) reclamaron este modelo durante décadas, y fueron muy críticos con el esquema teórico de la función de producción. Sin embargo, en lugar de deshacerse del modelo viejo y malo, se limitaron a añadir el cambio tecnológico. La teoría de Solow (1956) empezó a conocerse como la «teoría del crecimiento exógeno», porque la variable del cambio tecnológico se insertó de forma exógena, como una tendencia temporal $A(t)$ (parecida al crecimiento de la población):

$$Y = A(t) F(K, L)$$

A medida que los economistas se fueron dando cuenta del papel crucial que desempeña la tecnología en el crecimiento económico, fue necesaria una reflexión más seria sobre cómo incluir la tecnología en los modelos de crecimiento. Gracias a ello surgió la teoría del crecimiento «endógeno» o la «nueva teoría del crecimiento», que modelizaba la tecnología como el *output* endógeno de una función de inversión en I+D, así como de la inversión en la formación de capital humano (Grossman y Helpman, 1991). En lugar de asumir rendimientos marginales constantes o

decrecientes, como en el modelo de Solow (cada unidad extra de capital empleada obtiene un beneficio menor), la adición del capital humano y la tecnología introdujeron *rendimientos crecientes a escala*, el motor del crecimiento. Los rendimientos crecientes, que surgen de diferentes tipos de comportamiento dinámico como el aprendizaje, pueden ayudar a explicar por qué ciertas empresas o países tienen mejores resultados que otros de forma persistente; es decir, no hay efecto *catch up*.

A pesar de que la nueva teoría del crecimiento proporcionó un argumento racional para la inversión del Gobierno, no condujo a ella de forma explícita. Esto se debe a que las nuevas ideas no se consideraban como parte de la organización institucional necesaria para transformar las ideas en productos, sino como endógenas para la empresa. No obstante, el creciente énfasis en la relación entre el cambio técnico y el crecimiento llevó de manera indirecta a que los legisladores del Gobierno se centraran en la importancia de invertir en tecnología y capital humano para fomentar el crecimiento. El resultado fueron las políticas de *crecimiento liderado por la innovación* para sostener la economía del conocimiento, un término que se utiliza para denotar la gran importancia otorgada a la inversión en creación de conocimiento con el fin de promover la competitividad económica (Mason, Bishop y Robinson, 2009). Los estudios que han mostrado una relación directa entre el valor de mercado de las empresas y sus resultados en innovación, medidos a través de su gasto en I+D y número de patentes, apoyan estas políticas (Griliches, Hall y Pakes, 1991).

DE LOS FALLOS DEL MERCADO A LOS FALLOS DEL SISTEMA

En su revolucionaria *An Evolutionary Theory of Economic Change* (1982), Nelson y Winter sostienen que el esquema teórico de la función de producción (exógena o endógena) es en realidad una forma errónea de entender el cambio técnico. Ampliando el trabajo de Joseph Schumpeter (1934, 1942 [2003]), proponen una teoría «evolutiva» de la producción (y del cambio económico), que

examina la «caja negra» de la función de producción con el objetivo de comprender cómo se produce la innovación y cómo afecta a la competencia y el crecimiento económico. Este enfoque no presupone la existencia de los «agentes representativos» (como en la teoría del crecimiento estándar), sino un proceso constante de diferenciación entre las empresas, basado en sus diferentes capacidades para innovar, y condicionado por las diferentes rutinas y competencias internas. Con arreglo a este enfoque, la competencia se refiere a la coevolución de aquellos procesos que crean diferencias constantes entre las empresas y los procesos de selección competitiva que las distinguen, y que permiten que solo algunas empresas sobrevivan y crezcan.

En lugar de basarse en las leyes de los «rendimientos decrecientes», que llevan a un único equilibrio y a presuponer la existencia de la empresa «media», este enfoque se centra en los rendimientos crecientes a escala (desde la dinámica del aprendizaje, así como del tipo de dinámica «dependiente de la trayectoria» que describió David, 2004) y en diferentes tipos de procesos que llevan a diferencias persistentes entre empresas que no desaparecen en el largo plazo. Cabe, pues, preguntarse qué empresas sobreviven y crecen. La solución no siempre lleva a la «supervivencia del más fuerte», como resultado o bien del efecto de los rendimientos crecientes (que permiten que los primeros que actúan tengan ventajas a las que después «se aferran») o bien por los efectos de políticas que pueden favorecer a ciertos tipos de empresas sobre otras. También es posible que las dinámicas de la selección en los mercados de productos y en los mercados financieros sean contradictorias (Geroski y Mazzucato, 2012b).

Lo más importante es que este punto de vista considera la innovación como algo específico de la empresa y con un elevado nivel de incertidumbre. El enfoque «evolutivo» y schumpeteriano del estudio del comportamiento de las empresas y la competencia ha llevado a la visión de los «sistemas de innovación» en la política, para la que lo importante es comprender de qué forma están inmersas las empresas de diferente tipo en un sistema a nivel sectorial, regional y nacional. Con arreglo a esta visión de los

sistemas, lo relevante no es la cantidad de I+D, sino cómo se distribuye en una economía. A menudo refleja el papel fundamental del Estado en la distribución (Freeman, 1995; Lundvall, 1992). Los economistas schumpeterianos critican las teorías del crecimiento endógeno porque presuponen que la I+D puede modelizarse como una lotería, en la que cierta cantidad de inversión en I+D genera determinada probabilidad de obtener una innovación exitosa. Según sus planteamientos, la innovación es en realidad un ejemplo de verdadera incertidumbre knightiana, que no puede modelizarse con una distribución de probabilidad normal (ni ninguna otra), una presunción que está implícita en la teoría del crecimiento endógeno, en la que la I+D a menudo se modeliza utilizando la teoría de juegos (Reinganum, 1984). Al destacar la fuerte incertidumbre subyacente tras la innovación tecnológica, así como los fuertes efectos de retroalimentación que existen entre la innovación, el crecimiento y la estructura de mercado, los schumpeterianos ponen énfasis en el componente «sistémico» del progreso tecnológico y el crecimiento.

[4] Los sistemas de innovación se definen como la «red de instituciones del sector público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías» (Freeman, 1995) o los «elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimiento nuevo y económicamente útil» (Lundvall, 1992, p. 2).

El énfasis, pues, no se pone en el *stock* de I+D, sino en la circulación del conocimiento y en su difusión a través de toda la economía. El cambio institucional no se evalúa con criterios basados en la eficiencia estática distributiva, sino en cómo promueve el cambio tecnológico y estructural. La perspectiva no es ni macro ni micro, sino más bien mesoeconómica. En ella, cada empresa se considera como parte de una red más amplia de empresas con las que coopera y compite. El sistema de innovación puede ser interempresarial, regional, nacional o global. Desde la perspectiva mesoeconómica, la unidad de análisis no es la empresa sino la red, que está formada por consumidores, subcontratistas, infraestructura, proveedores, competencias o funciones y las conexiones o relaciones entre ellos. El argumento es que las competencias que generan

innovación son parte de una actividad colectiva que se desarrolla a través de una red de actores y de sus conexiones o relaciones (Freeman, 1995).

En las etapas que median entre la ciencia básica y la I+D a gran escala, las aplicaciones y finalmente la difusión de innovación existe una causalidad no «lineal». En su lugar, en las redes de innovación hay numerosos efectos de retroalimentación entre los mercados y la tecnología, las aplicaciones y la ciencia. En el modelo lineal, el sistema de I+D se concibe como la principal fuente de innovación, idea que refuerza el hecho de que los economistas utilicen las estadísticas sobre I+D para explicar el crecimiento. En esta visión no lineal, el papel de la educación, el aprendizaje, el diseño, el control de calidad y la demanda efectiva son igual de importantes. Además, permite incluir el elemento de causalidad e incertidumbre que caracteriza al proceso de innovación. Esto es útil para comprender el ascenso y declive de poderes económicos en la historia. Por ejemplo, explica el ascenso de Alemania como principal potencia económica en el siglo XIX, como resultado del sistema educativo y de formación tecnológica que promovió el Estado. También explica el ascenso de Estados Unidos como gran potencia económica en el siglo XX, como resultado de la producción en masa y la I+D que llevaron a cabo las empresas. Estados Unidos y Alemania se convirtieron en potencias económicas por diversas razones, pero tenían algo en común: la importancia que le otorgaron al desarrollo de sistemas de innovación en lugar de limitarse a centrarse en aumentar o disminuir el gasto en I+D.

El argumento general puede ilustrarse comparando la experiencia de Japón en las décadas de 1970 y 1980 con la de la Unión Soviética (Freeman, 1995). El crecimiento de Japón se explica gracias al nuevo conocimiento que fluyó a través de una estructura económica más horizontal, formada por el Ministerio de Comercio Internacional e Industria (MCII), las instituciones académicas y la I+D de las empresas. En la década de 1970, Japón gastaba el 2,5 por ciento de su PIB en I+D, mientras que la Unión Soviética gastaba más del 4 por ciento. Aun así, Japón creció mucho más rápido que la Unión

Soviética, ya que la financiación de la I+D se repartía entre una variedad más amplia de sectores económicos, no solo el militar y el espacial, como era el caso de la Unión Soviética. En Japón había una fuerte integración entre I+D, producción y actividades de importación de tecnología en el plano empresarial, mientras que en la Unión Soviética estos aspectos estaban separados. Y, lo más importante, la Unión Soviética no tenía (o no permitía) empresas privadas que comercializaran las tecnologías desarrolladas por el Estado. Japón tenía un fuerte vínculo entre usuario y productor del que carecía el sistema soviético. Japón también fomentaba la innovación a través de incentivos a los gestores y la mano de obra de las empresas, en lugar de centrarse en los ministerios de ciencia. Johnson (1982) afirma que el «milagro japonés» fue, en esencia, mérito de la presencia de un Estado desarrollista,[\[5\]](#) es decir, de la coordinación de la economía japonesa a través de una política industrial deliberada y con un objetivo específico implementada por el MCII. Lazonick (2008, pp. 27-28) añade que «la contribución del Estado desarrollista en Japón no puede entenderse sin el crecimiento de empresas» como Toyota, Sony o Hitachi. Además del apoyo público del Estado japonés a la industria, «fueron la estrategia, la organización y la financiación internas» de las empresas japonesas líderes las que las hicieron pasar de ser «empresas emprendedoras a ser empresas innovadoras» y las que consiguieron que «tuvieran éxito» al desafiar a las economías más avanzadas del mundo. Igual de importantes fueron las lecciones que aprendieron los japoneses, que viajaron al extranjero para estudiar las tecnologías occidentales con el fin de aplicarlas a sus empresas, así como las relaciones de estas empresas con las estadounidenses. Estas compañías se beneficiaron de las lecciones del «Estado desarrollista» estadounidense y después transfirieron dicho conocimiento a las empresas japonesas, que desarrollaron rutinas internas con las que podían producir tecnologías occidentales e incluso superarlas. Los conglomerados japoneses se contaron entre las primeras empresas extranjeras que obtuvieron la licencia del transistor de AT&T (Laboratorios Bell) a principios de la década de 1950. El resultado fue que establecieron contactos clave con

empresas occidentales como General Electric, IBM, HP y Xerox. No se dudó en elegir la electrónica (entre otros) como un sector objetivo, y la innovación organizativa que adoptaron las empresas japonesas encarnó el sistema de producción del *just in time* flexible y la «calidad total» (necesario para evitar el exceso de capacidad y el despilfarro, algo indispensable dada la falta de recursos naturales en Japón) que fue aplicado con gran éxito a una amplia variedad de sectores económicos.

La tabla 1 compara los sistemas de innovación japonés y soviético. Es importante destacar en este contexto que la política industrial del MCII iba más allá de la idea de «tomar las decisiones correctas», que para muchos es lo opuesto a la política industrial actual. El enfoque japonés consistía en coordinar el cambio intraindustrial, las conexiones intersectoriales, las conexiones interempresariales y el espacio público-privado, de tal forma que permitieran que se produjera crecimiento de forma holística y orientada a ciertos objetivos. El modelo japonés, que fue una alternativa al modelo de producción fordista más vertical de Estados Unidos, caracterizado por una mayor rigidez y relaciones tensas entre sindicatos y gerencia, generó un flujo más sólido de conocimiento y competencias, que proporcionó una ventaja a las empresas japonesas flexibles y estructuradas de forma horizontal. A pesar de que estaban en puntos opuestos del espectro político, los modelos de producción de la Unión Soviética y Estados Unidos eran igualmente «rígidos», y eso le permitió al modelo japonés desbancarlos.

Los sistemas de innovación regionales se centran en la proximidad cultural, geográfica e institucional, que crea y facilita las transacciones entre diferentes actores socioeconómicos. Los estudios dedicados a entornos innovadores, tales como los distritos industriales y los sistemas locales de innovación, han demostrado que las convenciones y los factores socioinstitucionales específicos de las regiones afectan al cambio tecnológico en el ámbito nacional. Los factores específicos pueden incluir las interacciones entre administraciones locales, sindicatos y empresas de propiedad familiar que forman, por ejemplo, los distritos industriales italianos.

El papel del Estado no solo consiste en crear conocimiento a través de los laboratorios nacionales y las universidades, sino también en movilizar recursos que permitan que el conocimiento y las innovaciones se difundan ampliamente a través de los sectores de la economía. Para conseguirlo, reúne las redes de innovación existentes o facilita el desarrollo de nuevas redes que aúnen a un grupo diverso de financiadores. No obstante, no basta con disponer de un sistema nacional de innovación que sea rico en redes horizontales y verticales. El Estado también debe dirigir el proceso de desarrollo industrial, implementando estrategias para el cambio tecnológico en áreas prioritarias.

TABLA 1. COMPARACIÓN DE SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN: JAPÓN Y LA UNIÓN SOVIÉTICA EN LA DÉCADA DE 1970	
Japón	Unión Soviética
Elevada ratio gasto interior bruto en I+D (GBID) / PNB (2,5%)	Muy elevada ratio GBID / PNB (alrededor 4%)
Baja proporción de I+D militar o espacial (<2% de la I+D)	Extremadamente elevada proporción de I+D militar o espacial (>70% de la I+D)
Elevada proporción de I+D total en el ámbito empresarial y financiada por la propia compañía (aproximadamente 67%)	Baja proporción de I+D total en el ámbito empresarial y financiada por la propia compañía (<10%)
Fuerte integración de la I+D, la producción y la importación de tecnología a nivel de empresa	Separación de la I+D, la producción y la importación de tecnología, débiles conexiones institucionales
Fuertes conexiones entre usuario y productor y de red de subcontratistas	Débiles o inexistentes conexiones entre comercialización, producción y adquisición
Fuertes incentivos a la innovación en el ámbito empresarial que implican a los directivos y la mano de obra	Algunos incentivos a la innovación que se hicieron cada vez más fuertes en las décadas de 1960 y 1970, pero que fueron anulados por otros desincentivos negativos que afectaban a los directivos y la mano de obra
Intensa experiencia en cuanto a la competencia en mercados internacionales	Relativamente débil exposición a la competencia internacional, con la excepción de la carrera armamentística
FUENTE: Freeman (1995). <i>Nota:</i> el gasto interior bruto en investigación y desarrollo (GBID) es la suma de todos los importes destinados a I+D en un país durante un año.	

Esta función del Estado se ha aceptado en varios países que están tratando de alcanzar a las economías más avanzadas desde el punto de vista tecnológico. Existe una gruesa producción bibliográfica dedicada al papel del llamado «Estado desarrollista», en el que el Estado es activo no solo en su función keynesiana de gestión de la demanda, sino también en el liderazgo del proceso de industrialización. Los ejemplos más típicos son las economías de Asia Oriental, que a través de la planificación y la política industrial activa han sido capaces de «alcanzar» a Occidente en los aspectos tecnológico y económico (Amsden, 1989). En los países de industrialización tardía, el propio Estado dirigió el impulso de industrialización. Asumió las funciones de desarrollo. Para ello les dio prioridad a ciertos sectores en la inversión, estableció barreras a la competencia extranjera hasta que las empresas de los sectores considerados prioritarios estuvieron listas para exportar. En ese momento pasaron a apoyarlas, encontrándoles nuevos mercados de exportación. Johnson (1982) ilustra la manera en que el MCII trabajó para coordinar a las empresas japonesas en los nuevos mercados internacionales. Para ello se realizaron inversiones en tecnologías concretas (y se tomaron decisiones acertadas) y se crearon estrategias empresariales específicas destinadas a dominar mercados nacionales e internacionales específicos. Además, el Estado japonés coordinó el sistema financiero a través del Banco de Japón y del Programa Fiscal de Préstamo a la Inversión (financiado a través del sistema de ahorro postal).

Chang (2008) ofrece una explicación parecida para el caso de Corea del Sur y otras economías emergentes. China también desarrolló una estrategia de industrialización basada en ciertos objetivos y no se unió a la Organización Mundial del Comercio hasta que sus industrias estuvieron preparadas para competir, en lugar de hacerlo como parte de una estrategia de industrialización respaldada por el Fondo Monetario Internacional. La estrategia china mostró la debilidad en lo referente a desarrollo del consenso de Washington, que rechazaba el papel activo del Estado que sí tuvo en el crecimiento de los principales países industrializados, tales como Estados Unidos, Alemania y Reino Unido.

Si existen pruebas suficientes de que el Estado puede desarrollar de manera efectiva políticas de *catch-up* con objetivos específicos, enfocando los recursos al dominio de ciertos sectores industriales, ¿por qué no se acepta que el Estado pueda desempeñar un papel más importante en el desarrollo de nuevas tecnologías y aplicaciones, más allá de limitarse a financiar la ciencia básica y proporcionar una infraestructura para respaldar la actividad del sector privado?

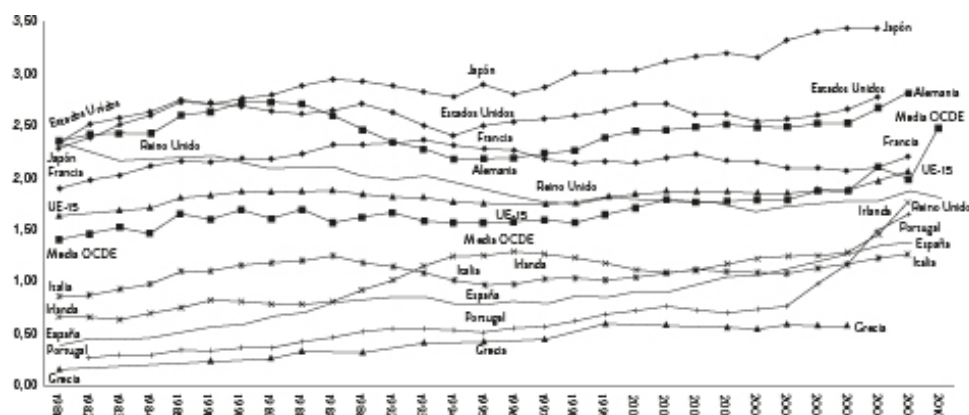
MITOS SOBRE LAS CLAVES DE LA INNOVACIÓN Y LAS POLÍTICAS DE INNOVACIÓN INEFICACES

El hecho de que la economía pusiera mucho énfasis en la innovación dentro del proceso de crecimiento llevó a que, a partir de la década de 1980, los políticos empezaran a prestar mucha más atención al papel que variables como la I+D y las patentes desempeñaban como indicadores de la innovación y, por tanto, del crecimiento económico. Por ejemplo, la Agenda de Lisboa (2000) de la Unión Europea y su actual estrategia Europa 2020 (CE, 2010) establecen un objetivo del 3 por ciento del PIB de la Unión en cuanto a inversión en I+D, junto con otras políticas dedicadas a fomentar el flujo de conocimiento entre universidades y empresas, con una conexión más fuerte entre mercados financieros y empresas innovadoras de diferente tamaño.

A pesar de las enormes diferencias que se registran en los países de la OCDE en lo relativo al gasto en I+D (gráfico 1), resulta interesante constatar que aquellos países europeos que han sufrido más como consecuencia de la crisis financiera, que después se convirtió en una crisis de la deuda soberana, son también los países que menos gastan en I+D. Esto no significa, por supuesto, que la baja intensidad de su I+D haya causado sus problemas, pero seguro que guarda alguna relación. En el caso de Italia, de hecho, la elevada proporción entre deuda y PIB (120 por ciento en 2011) no se debe a un exceso de gasto, sino a que se ha gastado en aspectos equivocados. Durante muchos años su déficit fue relativamente moderado, alrededor del 4 por ciento. Pero su falta de inversión en

una I+D que mejorara la productividad y en el desarrollo de capital humano ha hecho que su tasa de crecimiento se haya mantenido por debajo del tipo de interés que pagaba por su deuda, con lo que el numerador de la proporción entre deuda y PIB ha crecido más que el denominador. El hecho de que los estados miembros de la Unión Europea gasten de forma tan desigual en áreas que crean crecimiento de largo plazo es una de las razones de que la crisis económica les haya afectado de una forma tan diferente. La existencia de tantos enfoques sobre cómo crecer ha sido una de las causas de la escasa solidaridad que se ha manifestado cuando ha llegado el momento de ayudarse unos a otros. El alemán «de a pie» opina que el dinero de los contribuyentes alemanes no debería utilizarse para rescatar a los griegos. No obstante, se equivocan al pensar que los griegos son unos derrochadores. Las reformas necesarias para hacer que el proyecto europeo funcione requieren no solo reformas «estructurales» (como aumentar la propensión a pagar impuestos o reformar el mercado laboral) sino también, y de manera muy especial, incrementos en la inversión para investigación (tanto pública como privada) y en la formación de capital humano que generen innovación. Obtener apoyo para tales políticas es virtualmente imposible si se sigue el actual enfoque de la «contención fiscal», que limita el gasto de los estados miembros al 3 por ciento del PIB, sin diferenciar el gasto que, a través de la innovación y las inversiones de capital, puede conducir al crecimiento en el futuro.

GRÁFICO 1. GASTO BRUTO EN I+D (GBID) COMO PORCENTAJE DEL PIB EN LA OCDE (1981-2010)



FUENTE: OCDE (2011).

A pesar de que el reducido gasto en I+D es un problema en gran parte de la «periferia» europea, también es cierto que el hecho de que un país no gaste demasiado en I+D no tiene por qué ser un problema, si la innovación no se produce a través de la I+D en los sectores en los que el país está especializado (Pierrakis, 2010). Por ejemplo, Reino Unido está especializado en servicios financieros, construcción e industrias creativas (tales como música), que tienen unas escasas necesidades de I+D básica. Y hay muchas industrias, sobre todo en el sector servicios, que no necesitan ningún tipo de I+D. Aun así, estas industrias suelen emplear gran cantidad de trabajadores cualificados para generar, absorber y analizar información. Si el resto de las variables son iguales y estas industrias representan una proporción menor del PIB, a la economía británica le resulta más fácil alcanzar el objetivo del 3 por ciento en la proporción entre I+D y PIB que establecen tanto la Agenda de Lisboa de la Comisión Europea como la actual Agenda 2020 de la Unión Europea). Pero ¿acarrearía ello mejores resultados económicos? Dependería de cuánto contribuyan estas industrias a la economía. ¿Proporcionan estas industrias «con bajo contenido tecnológico» servicios importantes que mejoran las capacidades de crear valor de las otras industrias o el bienestar de las familias y consumidores? ¿O acaso se están centrando, como suele ser el caso

de los servicios financieros, en extraer valor de la economía, incluso a pesar de que esto socave las condiciones necesarias para innovar en otras industrias? (Mazzucato y Lazonick, 2010).

Uno de los problemas que presentan estos objetivos simples es que desvían la atención de las grandes diferencias que existen en el gasto en I+D entre industrias e incluso entre empresas dentro de una misma industria. También pueden ocultar diferencias significativas en los niveles de inversión complementaria a la I+D que realizan los gobiernos y las empresas, también necesaria para generar mejores resultados económicos.

La perspectiva de los sistemas nacionales de innovación descrita subraya la importancia del papel de las instituciones intermediarias en la difusión del conocimiento creado por la nueva I+D a través de un sistema. Un problema todavía mayor con las políticas de innovación basadas en la I+D es la falta de comprensión de los activos complementarios, que deberían ubicarse en el ámbito de la empresa para hacer posible que las innovaciones tecnológicas lleguen al mercado; por ejemplo, la infraestructura o las capacidades de comercialización.

Se han creado muchos mitos alrededor del crecimiento liderado por la innovación, basados en premisas erróneas sobre los factores clave de la innovación, desde la I+D hasta las pequeñas empresas, el capital riesgo y las patentes. A continuación se discuten algunas de estas premisas. Las denomino «mitos», a pesar de que quizá sería más claro llamarlas falsas premisas que conducen a políticas de innovación ineficaces.

MITO 1. LA INNOVACIÓN CONSISTE ÚNICAMENTE EN I+D

Los estudios sobre la economía de la innovación en diferentes campos suelen establecer una relación causal directa entre la I+D y la innovación, y entre esta y el crecimiento económico. A pesar de que dichos estudios se han posicionado sin reservas en contra del modelo lineal de innovación, el objetivo de gran parte de la política de innovación sigue siendo el gasto en I+D en los niveles de

empresa, industria y país. Aun así, hay muy pocos estudios que demuestren que la innovación que llevan a cabo las grandes o pequeñas empresas en realidad mejora sus resultados económicos. Es decir, los modelos macro de innovación y de crecimiento (ya sean modelos de la «nueva teoría del crecimiento» o modelos «schumpeterianos») no parecen tener una «base micro» empírica sólida (Geroski y Mazzucato, 2002a). Algunos estudios en el ámbito de la empresa han encontrado un impacto positivo de la I+D en el crecimiento (Geroski, Machin y Toker, 1992 y 1996; Yasuda, 2005) mientras que otros no han encontrado ningún impacto significativo (Almus y Nerlinger, 1999; Bottazzi *et al.*, 2001; Lööf y Heshmati, 2006). Algunos estudios han encontrado incluso un impacto negativo de la I+D en el crecimiento, lo que no resulta sorprendente: si las empresas de la muestra no disponen de los activos complementarios necesarios, la I+D se convierte en un mero coste (Brouwer, Kleinknecht y Reijnen, 1993; Freel y Robson, 2004).

Por tanto, es fundamental identificar las condiciones específicas que deben darse en la empresa para permitir que el gasto en I+D afecte al crecimiento de manera positiva. Sin duda estas condiciones serán diferentes dependiendo del sector. Por ejemplo, Demirel y Mazzucato (2012) investigaron la industria farmacéutica y descubrieron que solo aquellas empresas que patentan durante cinco años seguidos (es decir, de forma «persistente») y que participan en alianzas consiguen generar algún tipo de crecimiento a través de su gasto en I+D. Por tanto, las políticas de innovación en este sector deben orientarse no solo a la I+D, sino también a las diferentes características de las empresas. Coad y Rao (2008) descubrieron que solo las empresas que crecen más rápido obtienen beneficios a través de su gasto en I+D. (Se trata del 6 por ciento de empresas punteras que identifica el informe *The Vital 6%* del Fondo Nacional para la Ciencia, la Tecnología y las Artes (NESTA) de 2009). Mazzucato y Parris (2011) encontraron que la relación entre el gasto en I+D y las empresas que crecen más rápido solo se da en periodos específicos del ciclo de vida de la industria, cuando la competencia es más feroz.

MITO 2. LO PEQUEÑO ES HERMOSO

Descubrir que el impacto de la innovación en el crecimiento difiere en función del tipo de empresa tiene importantes implicaciones para la premisa, aceptada de manera general, de que las «pequeñas empresas» son importantes (para el crecimiento, la innovación y la ocupación) y que, por tanto, si se quiere generar innovación y crecimiento es necesario diseñar diferentes políticas cuyo objetivo sean las pymes. Hughes (2008) ha demostrado que, en Reino Unido, las pymes han recibido del Gobierno cerca de 9.000 millones de libras esterlinas en apoyo directo e indirecto: es más de lo que reciben las fuerzas policiales. ¿Está bien gastado este dinero? El bombo que se les da a las pequeñas empresas proviene sobre todo de la confusión entre tamaño y crecimiento. Las pruebas más sólidas no destacan el papel de las pequeñas empresas sino el de las empresas *jóvenes* que crecen deprisa. Por ejemplo, NESTA demostró que el motor del crecimiento en Reino Unido lo conforma un pequeño grupo de empresas que han crecido muy rápido. Entre 2002 y 2008 han generado el mayor incremento en el empleo del país (NESTA, 2011). A pesar de que muchas de las empresas que más crecen son pequeñas, hay muchas otras de igual tamaño que no lo hacen.^[6] Los estallidos de crecimiento rápido que promueven la innovación y la creación de empleo a menudo están protagonizados por empresas que existían desde hacía muchos años y fueron creciendo de manera paulatina hasta que se produjo la etapa de despegue. Este es un problema muy importante, puesto que muchas políticas gubernamentales se centran en las exenciones y ventajas fiscales a las pymes, con el objetivo de hacer que la economía sea más innovadora y productiva.

A pesar de que hay mucha palabrería sobre las pequeñas empresas que crean empleo, y de que esto se ha convertido cada vez más en uno de los elementos decisivos para los legisladores, esta idea en realidad es un mito. Aunque, por definición, las empresas pequeñas crearán empleo, es un hecho que también destruirán gran cantidad de puestos de trabajo cuando cierren.

Haltiwanger, Jarmin y Miranda (2010) demuestran que en realidad no existe ninguna relación sistemática entre tamaño y crecimiento. La mayor parte del efecto proviene de la edad: las empresas jóvenes (y las *start-ups*) contribuyen de manera sustancial tanto a la creación de empleo bruto como al *neto*.

Habría que prestar atención a la productividad, y las empresas pequeñas a menudo son menos productivas que las grandes. De hecho, los últimos estudios apuntan a que algunas economías que han favorecido a las empresas pequeñas, tales como India, han obtenido peores resultados. Por ejemplo, Hsieh y Klenow (2009) sugieren que la diferencia de entre el 40 y el 60 por ciento de la productividad total de los factores entre India y Estados Unidos se debe a la mala asignación de *output* a pymes demasiado pequeñas y con baja productividad en India. Debido a que la mayoría de las pequeñas *start-ups* fracasan o son incapaces de crecer más allá de tener un solo propietario-trabajador, dirigir las ayudas hacia ellas a través de subvenciones, préstamos blandos o exenciones fiscales conllevará forzosamente un elevado nivel de despilfarro. A pesar de que este despilfarro es una apuesta necesaria en el proceso de innovación (Janeway, 2012), es importante como mínimo diseñar el proceso y la financiación empleando lo que sabemos sobre empresas innovadoras «con elevado crecimiento», en lugar de hacerlo con ideas pintorescas sobre la importancia de las pymes como categoría agregada (lo cual apenas significa nada, a efectos prácticos).

Bloom y Van Reenen (2006) sostienen que las pequeñas empresas son menos productivas que las grandes, porque están peor gestionadas y sujetas al nepotismo provinciano. Además, las empresas pequeñas tienen salarios medios inferiores, menos trabajadores cualificados, menos formación, menos complementos salariales y más casos de quiebra. Afirman que Reino Unido tiene muchas empresas familiares y que estas se gestionan peor que las de otros países, como Estados Unidos y Alemania (2006). Entre otras razones, esto se debe al hecho de que las desgravaciones en el impuesto de sucesiones para las empresas familiares distorsionan el sistema fiscal.

Como consecuencia, algunos autores han llegado a la conclusión de que lo importante no es el tamaño sino la rapidez con que se produce el crecimiento, y que lo mejor que puede hacer el Gobierno es proporcionar las condiciones necesarias para el crecimiento a través de políticas que favorezcan la innovación. Bloom y Van Reenen (2006) plantean que, en lugar de proporcionar exenciones y ventajas fiscales a las pymes, la mejor forma de apoyar a estas empresas es «garantizar las mismas oportunidades para las empresas de todos los tamaños, eliminando las barreras de entrada y de crecimiento, desarrollando una política de defensa de la competencia y resistiendo con firmeza a los esfuerzos de presión por parte de las empresas más grandes y sus representantes». Pero, tal como veremos en los capítulos 3 y 5, las empresas más innovadoras suelen ser precisamente las que más se han beneficiado de la inversión pública directa de diferentes tipos. Esto hace que la asociación entre tamaño y crecimiento sea todavía mucho más compleja.

La implicación en términos de política es que, en lugar de ofrecer ayuda financiera a las empresas pequeñas con la esperanza de que crezcan, es mejor proporcionarles contratos a aquellas cuya ambición ya está demostrada. Es más efectivo encargar las tecnologías que requieren innovación que conceder subsidios con la esperanza de generarla. En una época en que los déficits públicos están limitando los recursos disponibles, este enfoque podría generar importantes ahorros para los contribuyentes si, por ejemplo, se eliminaran las transferencias directas a las empresas que solo se conceden por razón del tamaño de la empresa, tales como el tipo impositivo reducido para las empresas más pequeñas o el tipo reducido en el impuesto de sucesiones para las empresas familiares (Schmidt, 2012).

MITO 3. EL CAPITAL RIESGO ES AMANTE DEL RIESGO

Al igual que los políticos sobredimensionan el papel de las pequeñas empresas y la I+D, también se exagera cuando se habla de la

capacidad del capital riesgo para favorecer el crecimiento, en concreto en los sectores en los que las inversiones de capital y la complejidad tecnológica son altas.

El capital riesgo es un tipo de fondo de capital privado enfocado a las empresas que están en una etapa inicial y con un elevado potencial de crecimiento. Los fondos suelen adoptar la forma o bien de capital semilla o bien de financiación de una etapa posterior de crecimiento, en la que el objetivo de los capitalistas de riesgo es obtener un elevado rendimiento, como resultado de una oferta pública inicial exitosa, la fusión o la adquisición de la empresa. El capital riesgo llena un vacío que existe para las nuevas empresas, que a menudo tienen problemas para obtener crédito de las instituciones financieras tradicionales, tales como los bancos. Por tanto, estas empresas dependen muy a menudo de otros tipos de financiación, como los *business angels* (entre los que se cuentan familiares y amigos), el capital riesgo y los fondos de inversión privados. Esta financiación alternativa es más importante en las nuevas empresas basadas en el conocimiento que intentan entrar en sectores existentes o en los casos de nuevas empresas que intentan crear un nuevo sector.

El capital riesgo es escaso en el estadio semilla del crecimiento de la empresa, porque hay un nivel de riesgo mucho más elevado en esta etapa temprana, en la que el potencial de la nueva idea y sus condiciones tecnológicas y de demanda son inciertos (véase tabla 2). El riesgo en las etapas posteriores cae de manera drástica.

El gráfico 2 muestra que la fase habitual en la que se da por hecho que entrará el capital riesgo es la etapa del proceso de invención e innovación (etapas segunda y tercera de la tabla 2). En realidad, la imagen real es no lineal y está llena de efectos de retroalimentación. Muchas empresas mueren durante la transición entre un nuevo descubrimiento científico o de ingeniería y su transformación en una aplicación comercial exitosa. Por esto, a la transición que hay entre la segunda y la tercera etapa del gráfico se la suele conocer como «el valle de la muerte».

El gráfico 2 ilustra cómo la mayor parte del riesgo a lo largo del tiempo no la ha asumido el capital riesgo privado, sino el público. En

Estados Unidos, los programas del Gobierno como el programa SBIR y el Programa de Tecnología Avanzada del Departamento de Comercio de Estados Unidos, han proporcionado entre el 20 y el 25 por ciento de la financiación total de las empresas tecnológicas en etapas tempranas (Auerswald y Branscomb, 2003, p. 232). Por tanto, el Gobierno ha desempeñado un papel destacado, no solo en la investigación en etapas iniciales ilustrada en el gráfico 2, sino también en el estadio de la viabilidad comercial. Auerswald y Branscomb (2003) afirman que la financiación gubernamental de empresas tecnológicas en estadio inicial es igual a la inversión total de los *business angels* y más o menos entre dos y ocho veces la cantidad invertida por el capital riesgo privado.

TABLA 2. RIESGO DE PÉRDIDAS PARA DIFERENTES ETAPAS EN LAS QUE SE REALIZAN INVERSIONES	
Momento en que se hace la inversión	Riesgo de pérdida
Etapla semilla	66,2%
Etapla <i>start-up</i>	53,0%
Segunda etapa	33,7%
Tercera etapa	20,1%
Etapla puente o pre-salida a bolsa	20,9%
FUENTE: Pierrakis (2010).	

GRÁFICO 2. ETAPAS DE LA INVERSIÓN DE CAPITAL RIESGO



FUENTE: Ghosh y Nanda (2010, p. 6).

Los fondos de capital riesgo tienden a concentrarse en áreas de elevado potencial de crecimiento, baja complejidad tecnológica y baja intensidad de capital, puesto que las necesidades de capital aumentan el coste de forma significativa. Debido a que hay muchos fracasos en las etapas de alto riesgo, los fondos de capital riesgo tienden a tener una cartera de inversiones formada solo por los extremos, con lo que obtienen elevados beneficios y una distribución muy sesgada.

A pesar de que la mayoría de los fondos de capital riesgo suelen estar estructurados para durar diez años, es preferible que salgan mucho antes, a causa de los costes de gestión y las bonificaciones por elevados beneficios. Se prefiere una salida temprana con el objetivo de consolidar una trayectoria ganadora y obtener un fondo de continuación. Esto crea una situación por la cual los fondos de capital riesgo están sesgados hacia la inversión en proyectos en los que la viabilidad comercial se determina en un periodo de tres a cinco años (Ghosh y Nanda, 2010). Esto es posible solo en contadas ocasiones (por ejemplo, con Google). En el caso de un sector emergente, como la biotecnología o la tecnología verde actuales, en el que conocimiento subyacente está todavía en una fase exploratoria inicial, este sesgo de corto plazo es perjudicial para el proceso de exploración científica, que requiere un horizonte temporal más largo y mayor tolerancia al fracaso. El capital riesgo ha tenido más éxito en Estados Unidos cuando ha proporcionado no solo una financiación comprometida, sino también la experiencia de gestión y la construcción de una organización viable (Lazonick, 2002).

El problema ha sido no solo la falta de inversión de capital riesgo en las cruciales etapas tempranas de semilla, sino también los objetivos en el proceso de innovación. Esto ha sido muy evidente en la industria de la biotecnología, en la que un creciente número de investigadores han criticado el modelo del capital riesgo aplicado a la ciencia. Destacan el hecho de que la significativa inversión especulativa ha ido en detrimento del proceso de innovación subyacente (Coriat, Orsi y Weinstein, 2003; Lazonick, 2011; Mirowski, 2011). El hecho de que tantas empresas de biotecnología

con respaldo del capital riesgo hayan terminado sin producir nada, a pesar de haber generado beneficios millonarios para las empresas de capital riesgo que las han vendido en bolsa, representa un gran problema. Plantea la necesidad de preguntarse cuál es el papel del capital riesgo en el apoyo al desarrollo científico, y también su efecto en el proceso de crecimiento. Centrarse en las patentes y el capital riesgo no es la forma apropiada de entender cómo se producen las innovaciones arriesgadas y de largo plazo. De hecho, Pisano (2006) afirma que los mercados bursátiles no se diseñaron para enfrentarse con los retos de gobernanza que presentan las empresas basadas en I+D. Mirowski (2011, p. 208) describe el modelo de biotecnología respaldada por el capital riesgo como...

una investigación científica comercializada sin ninguna línea de producto, altamente dependiente del capital riesgo de etapas tempranas y del posterior lanzamiento de una oferta pública inicial, que proviene o desplaza a la investigación académica, con fusiones y adquisiciones como estado final más habitual, orientada a facilitar la subcontratación de la I+D en las grandes corporaciones, resueltas a cambiar su capacidad interna previa.

El problema del modelo ha sido que la «progresiva comercialización de la ciencia» parece ser improductiva y acaba dañando los descubrimientos y hallazgos científicos de largo plazo.

Una visión alternativa es la que presenta Janeway (2012), quien sostiene que la especulación bursátil es necesaria para la innovación. No obstante, lo que describe como un elemento casi natural del capitalismo es en realidad resultado de un considerable proceso político de presión (Lazonick, 2009). El índice NASDAQ se creó para proporcionar un mercado especulativo en el que las *start-ups* tecnológicas pudieran financiarse, pero también salir con rapidez. Sin el lanzamiento del NASDAQ en 1971, el capital riesgo no habría emergido en la década de 1970 como una industria tan bien definida. La evolución paralela del capital riesgo y el NASDAQ es el resultado de la «captura» del espacio político. Otro elemento al que Janeway no da importancia es la medida en que los «beneficios» del capital riesgo han sido desproporcionados al riesgo asumido. Su propia empresa de capital riesgo, Warburg Pincus, se hizo millonaria en un negocio al que él admite que entró después de que el Estado

hubiera hecho todo el trabajo duro. A pesar de que afirma que es necesario un periodo de especulación, no plantea cómo se justifica que el capital riesgo obtenga semejantes beneficios. Tampoco explica que el capital riesgo se está convirtiendo en su propio enemigo, con su tenacidad al presionar a favor de un menor presupuesto público (a través de menos impuestos), que no será capaz de financiar las futuras innovaciones de las que se aprovecha el capital riesgo.

MITO 4. VIVIMOS EN UNA ECONOMÍA DEL CONOCIMIENTO: ¡BASTA CON MIRAR CUÁNTAS PATENTES HAY!

De forma similar al mito de que «la innovación consiste únicamente en I+D», existe un malentendido relativo al papel de las patentes en la innovación y el crecimiento económico. Por ejemplo, cuando los políticos analizan el número de patentes en la industria farmacéutica, dan por sentado que es uno de los sectores más innovadores del mundo. No obstante, este aumento de las patentes no refleja que la innovación haya aumentado, sino que se han producido un cambio en la legislación y un creciente uso estratégico de las patentes. En las TIC ha habido un cambio en el uso de las patentes, que han pasado de utilizarse para el desarrollo y la protección de las tecnologías registradas, resultante de la I+D interna, a convertirse en un mecanismo de licencias cruzadas en sistemas abiertos, con el objetivo de comprar al por mayor tecnología (y las patentes relacionadas) producidas en alguna otra parte (Chesbrough, 2003; Grindley y Teece, 1997). Esto ha llevado a que los presupuestos de I+D de las grandes empresas, tales como IBM, hayan disminuido al mismo tiempo que aumentaba su número de patentes (Lazonick, 2009, pp. 88-89). No reconocer estas dinámicas lleva a que la importancia que se concede al número de patentes sea errónea.

El aumento exponencial de las patentes, y la creciente falta de relación que tal aumento ha tenido con la «innovación» real (por ejemplo, nuevos productos y procesos), se ha debido a varias

razones. En primer lugar, se ha ampliado el tipo de invenciones que pueden patentarse para incluir la investigación financiada con recursos públicos, las herramientas de investigación básica (en lugar de solo los productos y procesos finales), e incluso «descubrimientos» (como algo opuesto a las invenciones) de objetos de estudio existentes tales como los genes. En 1980 la Ley Bayh-Dole, que permitió que se patentara la investigación financiada con recursos públicos en lugar de que continuara siendo de dominio público, fomentó la emergencia de la industria de la biotecnología, puesto que la mayoría de las empresas biotecnológicas eran nuevas *spin-offs* de los laboratorios universitarios con una importante financiación del Estado. Además, el hecho de que el capital riesgo a menudo utilice patentes para decidir en qué empresas invertir conlleva que haya aumentado el valor estratégico de las patentes para aquellas empresas que están intentando conseguir financiación. Todos estos factores han llevado a que aumente el número de patentes, a pesar de que la mayoría de ellas tienen escaso valor (por ejemplo, con muy pocas citas de otras patentes), y no llevan a un elevado número de innovaciones, tales como nuevos medicamentos en la industria farmacéutica (véase el gráfico 5 en el capítulo 3). Por tanto, centrarse en las patentes en lugar de hacerlo en los diferentes tipos de patentes (por ejemplo, las que son muy citadas) acarrea el riesgo de malgastar una gran cantidad de dinero (tal como se expone a continuación en el caso de la caja de patentes).

Los investigadores han afirmado que muchas de las tendencias recientes relativas a las patentes, por ejemplo el incremento de las patentes básicas para elementos como las «herramientas de investigación», han provocado una caída de la tasa de innovación, puesto que bloquean la capacidad de la ciencia para avanzar de una forma exploratoria abierta (Mazzoleni y Nelson, 1998). El efecto ha sido especialmente perjudicial para la capacidad de los científicos de los países emergentes para replicar experimentos llevados a cabo en el mundo desarrollado. Puesto que no pueden replicar resultados, no pueden basarse en estos experimentos para hacer sus propios desarrollos, lo que redundará en detrimento de su capacidad para «atrapar» a los países más avanzados (Forero-Pineda, 2006).

A pesar del hecho de que la mayoría de las patentes tienen un escaso valor, y de que ahora desempeñan un papel controvertido en la dinámica de la innovación, las diferentes políticas gubernamentales siguen dando por supuesto que las patentes están muy relacionadas con la I+D tecnológica que se lleva a cabo, y que deben incentivarse para favorecer el crecimiento basado en la innovación. En octubre de 2010, George Osborne (el canciller del Exchequer de Reino Unido; es decir, el equivalente al ministro de Hacienda o el secretario del Tesoro en otros países) anunció una política de «caja de patentes» que se pondría en marcha a principios de 2013, y que consistiría en una reducción del impuesto de sociedades al 10 por ciento para los ingresos provenientes de patentes. Esto, por supuesto, encaja con la actual creencia del Gobierno de que la inversión y la innovación pueden fomentarse a través de la política fiscal. La misma política se ha introducido hace poco en Países Bajos.

El Instituto de Estudios Fiscales (IFS) se ha opuesto a esta política, afirmando que su único efecto será la reducción (de gran magnitud) de los ingresos fiscales del Gobierno sin tener ningún impacto en la innovación (Griffith *et al.*, 2010). Se afirma que las desgravaciones fiscales son suficientes para solucionar el fallo de mercado en la I+D, y que la política de la caja de patentes está mal enfocada hacia la investigación, puesto que no está dirigida a la investigación o la innovación en sí mismas, sino a los ingresos resultantes de las tecnologías patentadas. Además, los autores mantienen que la política de la caja de patentes también añadirá complejidad al sistema fiscal y requerirá un costoso control para garantizar que los ingresos y costes se asignen a las patentes de forma adecuada. Afirman que la elevada incertidumbre y los desfases temporales existentes en la creación de tecnologías patentables contrarrestarán los incentivos. Debido a que las colaboraciones internacionales son cada vez habituales, no se puede tener ninguna garantía de que la investigación adicional que se incentiva se lleve a cabo en el país que aplica la política.

MITO 5. EL PROBLEMA DE EUROPA TIENE QUE VER SOLO CON LA COMERCIALIZACIÓN

A menudo se da por sentado que la principal desventaja de Europa en el campo de la innovación, si se compara con Estados Unidos, es su falta de capacidad de «comercialización» (véase el gráfico 2), que surge de problemas con la «transferencia» del conocimiento. En realidad, los problemas de la Unión Europea no provienen de un flujo de conocimiento deficiente generado por la investigación, sino del menor *stock* de conocimiento de las empresas europeas más pequeñas. Esto se debe a la gran diferencia entre el gasto público y privado en I+D. Mientras que en Estados Unidos la proporción entre I+D y PIB es del 2,6 por ciento, en Reino Unido es tan solo del 1,3 por ciento. En Italia, Grecia y Portugal —los países que sufren los peores efectos de la crisis de la eurozona—, apenas llega al 0,5 por ciento (Mazzucato, 2012b).

Que Estados Unidos destaque en el campo de la innovación no se debe a que las relaciones entre la universidad y la industria sean mejores (de hecho, no lo son), ni a que las universidades de Estados Unidos produzcan más *spin-outs* (no lo hacen). Tan solo refleja el hecho de que se investiga más en más instituciones, lo que hace mejorar la capacidad técnica de la mano de obra (Salter *et al.*, 2000). Además, la financiación en Estados Unidos se divide entre investigación en las universidades y desarrollo de tecnologías en etapas iniciales en las empresas. El hecho de que las universidades de la Unión Europea hagan ambas cosas incrementa el riesgo de generar tecnologías que no encajen en el mercado.

Por tanto, no existe un problema relacionado con la calidad de la investigación de las universidades europeas, ni tampoco con la colaboración entre industria y universidades, algo que tal vez ocurra con mayor frecuencia en Reino Unido que en Estados Unidos. Tampoco existe un problema con la generación de empresas por parte de las universidades, un fenómeno que también es más frecuente en Europa que en Estados Unidos, a pesar de que cabe albergar grandes dudas con relación a la calidad de las empresas que se generan (Salter *et al.*, 2000; Nightingale, 2012). Si las

empresas europeas no tienen la capacidad de innovar, entonces las políticas de transferencia tecnológica no sirven para nada.

De forma más general, en los estudios sobre economía de la innovación suele mencionarse la «paradoja europea»; es decir, la conjetura de que los países de la Unión Europea desempeñan un papel principal global en los resultados científicos de alto nivel, pero se quedan atrás en la capacidad para convertir esta fuerza en innovaciones que generen riqueza. Dosi, Llerena y Labini (2006) apoyan los argumentos previos proporcionando pruebas de que la causa de la debilidad europea no es, tal como suele afirmarse, la falta de parques científicos o de interacción entre educación e industria. El problema estriba en un sistema de investigación científica más débil y la presencia de empresas más débiles y menos innovadoras. Este problema implica que la política necesita poner un menor énfasis en el «trabajo en red» y darles mayor importancia a las medidas políticas dedicadas a fortalecer la investigación «fronteriza»; por expresarlo de otra forma, hay que dividir mejor el trabajo entre universidades y empresas, de modo que las universidades se centren en la investigación de alto nivel y las empresas en el desarrollo de tecnología.

Un punto de vista alternativo —que se expresa a menudo— es que Europa no dispone de suficientes mercados bursátiles especulativos para permitir la inversión del capital riesgo (Janeway, 2012). A pesar de que seguramente hay problemas con la industria de capital riesgo europea (Bottazzi y Da Rin, 2002) y quizá no existe un equivalente al NASDAQ, esta visión ignora cómo el modelo excesivamente especulativo de Estados Unidos debilita la innovación. El problema es que la ideología que gira alrededor tanto del papel del capital riesgo como del papel del mercado de valores y la innovación, y del análisis acerca de dónde proviene la innovación, ha impedido que haya un «equilibrio saludable» entre la especulación y la inversión que sea sostenible a lo largo del tiempo.

MITO 6. LA INVERSIÓN EMPRESARIAL NECESITA «MENOS IMPUESTOS Y MENOS BUROCRACIA»

A pesar de que hay un componente de investigación en la innovación, no hay una relación lineal entre investigación y desarrollo, innovación y crecimiento económico. Y aunque es importante que las fronteras de la ciencia se expandan y que las economías desarrollen los nodos y las redes que permitan que el conocimiento se transfiera entre las diferentes organizaciones e individuos, esto no implica que subsidiar la actividad de I+D en las empresas individuales sea por sí misma la mejor forma de utilizar el dinero de los contribuyentes. Aunque es de sentido común pensar que existe una relación entre la decisión de asumir la I+D y sus costes (véase mito 1), los estudios cualitativos sobre la efectividad de las desgravaciones fiscales a la I+D, tanto para empresas grandes como para las pequeñas, proporcionan escasas pruebas de que hayan tenido un impacto positivo en las decisiones de las empresas para llevar a cabo I+D, en lugar de limitarse a proporcionar una bien recibida transferencia de efectivo a aquellas empresas que ya lo han hecho.^[Z] También existe un problema potencial con el actual sistema de desgravaciones fiscales a la I+D en muchos países: este no puede controlar si las empresas han llevado a cabo innovaciones que, de lo contrario, no se habrían producido o simplemente han seguido formas rutinarias de desarrollo de productos. Por tanto, a medida que se construye el Estado emprendedor, sería más efectivo utilizar algunos de los gastos en desgravaciones fiscales a la I+D para encargar directamente el avance tecnológico en cuestión. En fechas recientes, Países Bajos ha introducido una desgravación fiscal a la I+D que no se dirige al ingreso proveniente de la I+D (que es fácil de falsear), sino a los empleados en actividades de I+D, lo cual ha resultado ser más efectivo, y ha creado el tipo de «elemento adicional» que las desgravaciones fiscales no generan (Lockshin y Mohnen, 2012).

De forma más general, tal como Keynes destacó, las inversiones de las empresas (sobre todo la inversión innovadora) son una función de los *animal spirits*, el instinto visceral de los inversores sobre las perspectivas de crecimiento futuro. Estos últimos están condicionados en gran medida no por los impuestos, sino por la

fortaleza de la base científica de una nación, su sistema de creación de crédito así como la calidad de su educación y, por tanto, su capital humano. Los recortes de impuestos de la década de 1980 no generaron más inversión en innovación, sino que se limitaron a afectar a la distribución de la renta (aumentando la desigualdad). Por la misma razón, las «zonas empresariales», que están centradas casi exclusivamente en los incentivos fiscales y una regulación más blanda, no son zonas de *innovación*. Sería mejor ahorrarse este dinero o invertirlo de manera adecuada en parques científicos, que sí está comprobado que generan innovación (Massey, Quintas y Wield, 1992).

Es importante que la política de innovación se resista al atractivo de las medidas fiscales de diversos tipos —tales como la caja de patentes, o las desgravaciones fiscales a la I+D—, a no ser que estén estructuradas de tal forma que produzcan inversiones en innovación que de otro modo no se realizarían, y la evidencia real lo confirme. Por encima de todo es esencial que los legisladores sean precavidos ante las empresas que se quejan de «los impuestos y la burocracia», a pesar de que está claro que sus propias acciones globales reflejan una preferencia precisamente por las áreas en las que el Estado está invirtiendo, creando la confianza y los *animal spirits* en lo relativo a las posibilidades de crecimiento futuro.

En este capítulo hemos argumentado que muchas de las presunciones que subyacen tras la política de crecimiento actual no deberían darse por descontadas. Durante la última década, los legisladores que han buscado aproximaciones al crecimiento económico han tomado elementos que pueden medir, tales como el gasto en I+D, las patentes, la inversión de capital riesgo y el número de pequeñas empresas, que se consideran elementos importantes para el crecimiento. He intentado desmitificar estas presunciones y ahora me dedicaré al mayor mito de todos: el limitado papel del Gobierno a la hora de generar espíritu emprendedor, innovación y crecimiento.

3

EL ESTADO QUE ASUME RIESGOS: DEL «REDUCIR EL RIESGO» AL «HACER QUE OCURRA»

Durante una reciente visita a Estados Unidos, el presidente francés François Mitterrand realizó una gira por Silicon Valley (California), donde esperaba aprender algo del ingenio y el espíritu emprendedor que habían llevado al nacimiento de muchas empresas. Durante la comida, Mitterrand escuchó a Thomas Perkins, un socio del fondo de capital riesgo que creó Genentech Inc., elogiar las virtudes de los inversores que asumen riesgos y financian a los emprendedores. A Perkins lo interrumpió el profesor Paul Berg, de la Universidad de Stanford, ganador del Premio Nobel por sus trabajos sobre ingeniería genética. Le preguntó: «¿Dónde estabais vosotros en las décadas de 1950 y 1960, cuando se requería que toda la financiación se destinase a investigación básica? La mayoría de los descubrimientos que la han alimentado [a la industria] se remontan a ese momento».

HENDERSON y SCHRAGE, *The Washington Post*
(1984)

El debate sobre qué tipo de investigación es mejor que lleve a cabo el sector público y cuál el sector privado tiende a reducirse a dos importantes características de la investigación. La primera es el horizonte temporal de largo plazo necesario (por ejemplo, en el caso de la «investigación básica») y la segunda, resultante de la primera, es el hecho de que muchas inversiones en investigación contribuyen al bien común (y hacen que a las empresas les resulte difícil apropiarse de los beneficios). Estas cuestiones proporcionan la justificación para que sea el sector público el que la financie y para

defender el clásico argumento de los fallos del mercado en el caso de la investigación (Bush, 1945).

Lo que no se reconoce casi nunca es que la financiación del sector público a menudo va mucho más allá de limitarse a arreglar fallos del mercado. Al estar dispuesto a asumir la incertidumbre knightiana e invertir en el desarrollo de tecnologías que están en fases tempranas, el sector público puede crear nuevos productos y mercados relacionados. Buen ejemplo de ello es el hecho de que el Estado vislumbrase la posibilidad de internet o la nanotecnología cuando estos términos ni siquiera existían. Al visualizar nuevos espacios y crear nuevas «misiones» (Foray *et al.*, 2012), el Estado hace que se produzca el proceso de crecimiento, en lugar de limitarse a incentivarlo o estabilizarlo. Volviendo al argumento de Judt sobre la batalla «discursiva», esta actuación atrevida no queda bien reflejada en el término «reducir el riesgo». El papel del Estado ha consistido en *asumir* el riesgo con valor y visión, en vez de limitarse a *reducirlo* para que otros capturen los beneficios más adelante. Tal como he expuesto al final del capítulo 1, el Estado invierte en un panorama abrupto de riesgo, en una división dinámica del trabajo innovador. Para evitar los mitos explicados en el capítulo 2, es esencial identificar mejor los tipos de riesgo sobre los que se está discutiendo. Este capítulo pretende ilustrar cuáles son estas formas óptimas de clasificar los riesgos.

¿QUÉ TIPO DE RIESGO?

El espíritu emprendedor es, junto con el crecimiento, una de las cuestiones menos comprendidas de la economía. ¿Qué es? Según el economista austríaco Joseph Schumpeter, un emprendedor es una persona (o un grupo de personas) que está dispuesta y es capaz de convertir una nueva idea o una invención en una innovación exitosa. No se trata solo de crear un nuevo negocio (la definición más común), sino de hacerlo de tal forma que cree un *nuevo* producto, un *nuevo* proceso, o un *nuevo* mercado para un proceso o un producto existente. El espíritu emprendedor, escribió Schumpeter,

emplea «el vendaval de la destrucción creativa» para remplazar, completamente o en parte, las innovaciones inferiores en mercados e industrias, y crear de manera simultánea nuevos productos que llevan a nuevos modelos de negocio. Al hacerlo, destruye la ventaja de los competidores (Schumpeter, 1949). De esta forma, la destrucción creativa es en gran medida responsable del dinamismo de las industrias y del crecimiento económico a largo plazo. Cada nueva tecnología importante lleva a la destrucción creativa: la máquina de vapor, el ferrocarril, la electricidad, la electrónica, el coche, el ordenador e internet. Todas han destruido tanto como han creado, pero también han producido una mayor riqueza global.

Para Frank H. Knight (1921) y Peter Drucker (1970), el espíritu emprendedor consiste en asumir riesgos. El comportamiento del emprendedor es el de una persona que está dispuesta a renunciar a su carrera y a su seguridad financiera para asumir riesgos en nombre de una idea; es decir, a emplear tiempo y capital en un proyecto arriesgado. De hecho, la toma de riesgos emprendedora, igual que sucede con el cambio tecnológico, no solo es arriesgada, sino también altamente «incierta». Knight (1947, p. 209) distinguió en estos términos el riesgo de la incertidumbre:

La diferencia práctica entre las dos categorías, riesgo e incertidumbre, estriba en que, en la primera, la distribución de los acontecimientos en un grupo de casos es conocida [...], mientras que en el caso de la incertidumbre esto no es cierto, debido, en general, a que es imposible formar un grupo de casos, porque la situación que se presenta es única en alto grado.

Keynes (1937, pp. 213-214) también señaló estas diferencias:

Por conocimiento «incierto», permitan que me explique, no pretendo limitarme a distinguir entre lo que se sabe con certeza y lo que solo es probable. El juego de la ruleta no estaría sujeto, en este sentido, a la incertidumbre [...]. Estoy empleando el término en el sentido de que la perspectiva de una guerra en Europa es incierta, o el precio del cobre y el tipo de interés dentro de veinte años son inciertos, o la obsolescencia de una nueva invención es incierta [...]. Sobre estas cuestiones no hay una base científica sobre la cual basar cualquier probabilidad calculable. ¡Simplemente no lo sabemos!

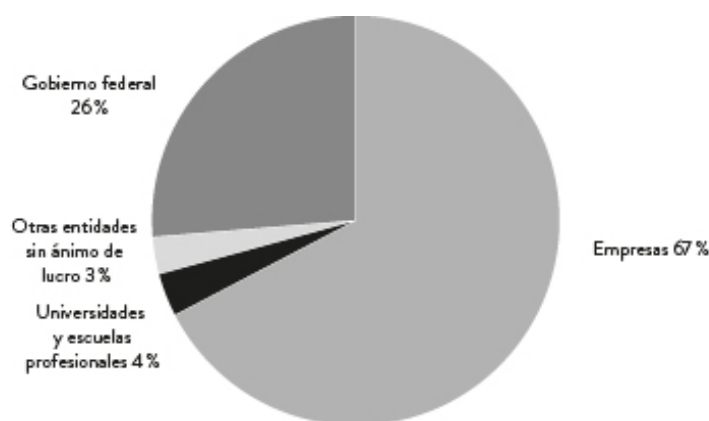
El cambio tecnológico es un buen ejemplo de la verdadera singularidad de la situación. Las inversiones en I+D que contribuyen

al cambio tecnológico tardan años en materializarse en nuevos productos, y eso sin contar con que la mayoría de los productos desarrollados fracasan. En el sector farmacéutico, por ejemplo, el proceso que conduce a la innovación proveniente de un proyecto de I+D puede demorarse hasta diecisiete años. Cada fármaco cuesta alrededor de 403 millones de dólares y la tasa de fracaso es extremadamente alta: solo uno de cada diez mil compuestos llega a la fase de aprobación para el mercado, una tasa de éxito de tan solo el 0,01 por ciento. Cuando el proceso tiene éxito, a veces la búsqueda de un producto lleva al descubrimiento de otro totalmente diferente, tan solo gracias a la buena suerte.[\[1\]](#) Ni que decir tiene que esto no significa que la innovación esté basada en la suerte. Nada más lejos de la verdad. Está basada en estrategias de largo plazo e inversiones orientadas a una finalidad. Pero los beneficios de estas inversiones son altamente inciertos y, por tanto, no pueden calcularse con base en la teoría económica racional. (Tal como he explicado antes, esta es una de las críticas actuales de los schumpeterianos a la «teoría del crecimiento endógeno», que modeliza la I+D como una elección de la teoría de juegos). Además, la capacidad de innovar difiere de manera sustancial entre empresas, y es una de las principales razones por las que cada compañía es tan diferente de las otras, y sumado a que es casi imposible encontrar empresas que sigan una distribución «normal» alrededor de una «empresa de dimensión óptima» (el agente «representativo»), un concepto tan importante en la teoría microeconómica neoclásica.

El elevado riesgo y el factor suerte en el proceso de innovación son dos de las principales razones que explican por qué las empresas que maximizan beneficios invierten menos en investigación básica. Pueden obtener beneficios mayores y más inmediatos con la investigación aplicada. La inversión en investigación básica es el ejemplo típico de «fallo del mercado»: una situación en la que el mercado no produce suficiente investigación básica por sí solo, por lo que el Gobierno debe intervenir. Por este motivo hay tan pocas personas, en todo el espectro político, que no estén de acuerdo en que debe ser (y es) el Estado el que financie la

mayor parte de la investigación básica. En el caso de la economía estadounidense, por ejemplo, los gráficos 3 y 4 muestran que, a pesar de que el gasto gubernamental en I+D es solo el 26 por ciento de la I+D total,[\[2\]](#) mientras que el sector privado representa el 67 por ciento, esta proporción es mucho mayor si solo se tiene en cuenta la investigación básica. El gasto público representa el 57 por ciento de la investigación básica en Estados Unidos, mientras que el sector privado solo representa el 18 por ciento.

GRÁFICO 3. FUENTES DE FINANCIACIÓN DE LA I+D EN ESTADOS UNIDOS EN 2008



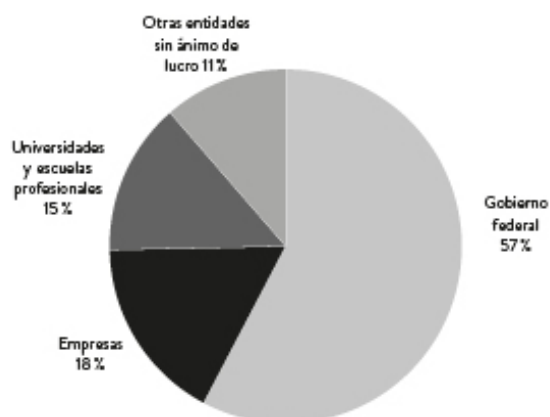
FUENTE: Fundación Nacional para la Ciencia (2008).

Una diferencia fundamental entre Estados Unidos y Europa es la medida en que el gasto público en I+D se dedica al «avance general» en lugar de destinarlo a una misión concreta. Las teorías sobre el fallo de mercado en el caso de la I+D son más útiles para entender el tipo de I+D dedicada al «avance del conocimiento» general que aquel que está «orientado a una misión». La inversión en I+D orientada a una misión tiene como objetivo un programa de una agencia gubernamental o una finalidad que puede encontrarse, por ejemplo, en programas de defensa, espacio, agricultura, salud, energía o tecnología industrial. La I+D pública destinada al avance general suele constituir menos del 50 por ciento de la I+D total. Por ejemplo, en 2003-2004 la I+D orientada a una misión constituyó

más del 60 por ciento del gasto público en I+D en Corea del Sur, Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Canadá, Japón y Alemania (Mowery, 2010).

Mowery (2010) afirma que intentar «copiar y pegar» lecciones aprendidas de un programa orientado a una misión a otro es peligroso, puesto que cada uno tiene sus especificidades (por ejemplo, defensa frente a salud). Según él, para entender las diferencias entre los programas es mucho más útil el enfoque de los «sistemas de innovación» que el enfoque de los fallos de mercado. Este enfoque tiene en cuenta cómo varía la dinámica de cada sector y país, y cómo cada misión está definida por las estructuras, instituciones e incentivos específicos utilizados para llevarla a cabo.

GRÁFICO 4. FUENTES DE FINANCIACIÓN DE LA I+D BÁSICA EN ESTADOS UNIDOS EN 2008



FUENTE: Fundación Nacional para la Ciencia (2008).

EL LIDERAZGO DEL ESTADO EN LA INNOVACIÓN RADICAL (ARRIESGADA)

Una razón clave por la cual el concepto de fallos de mercado es problemático para entender el papel del Estado en el proceso de innovación es que ignora un hecho fundamental en la historia de la innovación. El Estado no solo ha financiado la investigación más

arriesgada, ya sea aplicada o básica, sino que ha sido a menudo la fuente de los tipos de innovaciones más radicales y rompedoras. En este sentido, no solo ha corregido los mercados, también los ha creado de forma activa. En el capítulo 4 analizaremos esta cuestión en profundidad. Si estudiamos los ejemplos del liderazgo del Estado en el desarrollo de internet y la nanotecnología desarrollaremos nuestra comprensión de la relación entre I+D y crecimiento, así como la distinción entre lo público y lo privado.

No todas las innovaciones llevan aparejado un crecimiento económico global. Este suele estar causado por nuevos productos o procesos que tienen impacto en una amplia variedad de sectores de la economía, como en el caso del surgimiento de la electricidad y la informática. Esto es lo que en macroeconomía se llaman tecnologías de utilidad general (GPT, por sus siglas en inglés). Las GPT se caracterizan por tres aspectos fundamentales:

- Son generales, puesto que se expanden en muchos sectores.
- Mejoran a lo largo del tiempo y su coste para los usuarios debería disminuir de forma constante.
- Facilitan la generación de innovación a través de la invención y la producción de nuevos productos y procesos (Helpman, 1998).

Ruttan (2006) sostiene que la inversión gubernamental a gran escala y de largo plazo ha sido el motor de casi todas las GPT del último siglo. Analiza el desarrollo de seis complejos tecnológicos diferentes (el sistema de «producción en masa» de Estados Unidos, la tecnología de la aviación, la tecnología espacial, la tecnología de la información, la tecnología de internet y la energía nuclear) y concluye que la inversión del Gobierno ha sido importante en el nacimiento de todas estas nuevas tecnologías. Añade que la energía nuclear tal vez no se habría desarrollado en absoluto sin las grandes inversiones gubernamentales. En todos los casos, el desarrollo exitoso de nuevos complejos tecnológicos no ha sido solo el resultado de la financiación y la creación de las condiciones apropiadas para la innovación. Concebir la nueva oportunidad ha sido tan importante como asumir la investigación temprana más

arriesgada e incierta o supervisar el proceso de comercialización (Ruttan, 2006). En el capítulo 4 demostraré que ha ocurrido lo mismo en el caso del reciente desarrollo de la nanotecnología, de la cual muchos opinan que será la siguiente GPT.

De hecho, abundan ejemplos del liderazgo del Gobierno de Estados Unidos en el desarrollo tecnológico. Lazonick (2013) presenta un convincente resumen de los casos en los que el papel del Estado desarrollista de Estados Unidos ha sido destacado, desde la concesión gratuita de tierras a empresas privadas para que construyeran el ferrocarril y el apoyo financiero a la investigación agrícola en el siglo XIX hasta la financiación, el apoyo y el desarrollo activo de las industrias aeronáutica, espacial y de transporte aéreo en el siglo XX, así como las subvenciones a la I+D y otro tipo de financiación para las ciencias de la vida, la nanotecnología y la industria de las tecnologías limpias en el siglo XXI.

La exhaustiva investigación de Abbate (1999) demuestra cómo internet se desarrolló a partir de un pequeño proyecto del Departamento de Defensa (ARPANET) para crear una red que enlazara una docena de páginas de investigación de Estados Unidos, hasta convertirse en una red que conecta millones de ordenadores y miles de millones de personas. Leslie (2000) sostiene que, a pesar de que el modelo Silicon Valley ha sido atractivo e influyente para el desarrollo regional, resulta difícil copiarlo, ya que casi todos sus defensores parten de la historia de «los emprendedores independientes y los capitalistas de riesgo visionarios» y se olvidan del factor fundamental: el papel que desempeñaron las fuerzas armadas en su creación y mantenimiento. Leslie demuestra que «Silicon Valley debe su actual configuración a las pautas de gasto federal, las estrategias corporativas, las relaciones entre industria y universidad y la innovación tecnológica conformada a partir de las asunciones y prioridades de la política de defensa de la Guerra Fría» (Leslie, 2000, p. 49). A pesar de esto, Silicon Valley sigue siendo en el imaginario colectivo de los políticos un lugar donde el capital riesgo llevó a cabo una revolución. El informe de 1999 del Consejo Nacional de Innovación *Funding a Revolution: Government Support*

for Computing Research es un intento de recordar y reconocer el papel decisivo que el Gobierno federal de Estados Unidos ha tenido en el lanzamiento y el impulso de la revolución de la informática. Analizaremos este aspecto más adelante.

Dado el papel de vanguardia del desarrollo que desempeña el Gobierno de Estados Unidos en un amplio número de sectores, no es ninguna sorpresa que, en un nivel micro, Block y Keller (2011b) encuentren que, entre 1971 y 2006, 77 de las 88 innovaciones más importantes (clasificadas según los premios anuales de la revista *R&D Magazine*), es decir, un 88 por ciento, hayan dependido totalmente del apoyo de la investigación federal, sobre todo, aunque no de manera exclusiva, en sus primeras etapas. Tampoco sorprende que los premios de *R&D Magazine* excluyan las innovaciones en las TIC.

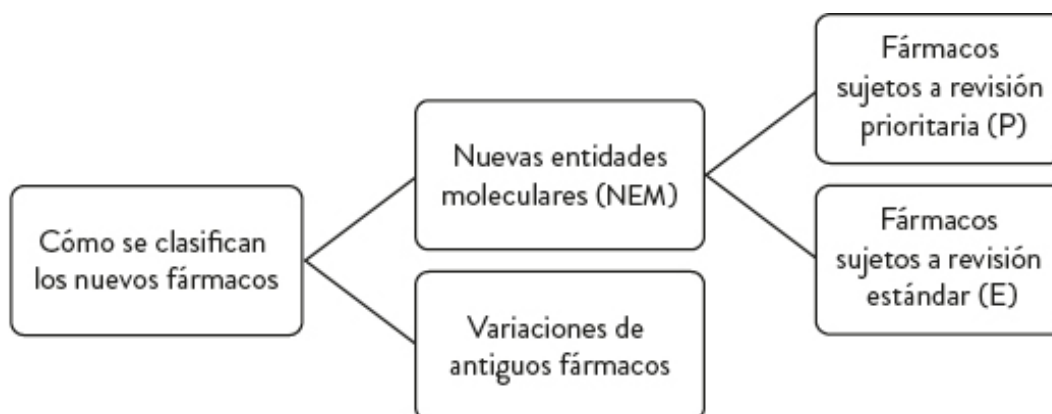
Estos ejemplos son fundamentales para entender el impacto de la investigación financiada con recursos públicos. No se trata de financiar investigaciones sin ningún tipo de restricción, sino de crear visiones alrededor de importantes nuevas tecnologías. Para ilustrar el argumento general, me referiré ahora a los ejemplos específicos de la inversión gubernamental en las etapas iniciales en los sectores farmacéutico y biotecnológico de Estados Unidos.

INDUSTRIA FARMACÉUTICA: LOS FÁRMACOS RADICALES FRENTE A LOS FÁRMACOS «YO TAMBIÉN»

La industria farmacéutica es interesante por la nueva división del trabajo innovador. La gran industria farmacéutica, las pequeñas empresas de biotecnología, las universidades y los laboratorios del Gobierno son partes de la ecología de la industria. Pero son sobre todo los laboratorios del Gobierno y las universidades que cuentan con el apoyo gubernamental las que invierten en la investigación responsable para producir los nuevos fármacos más radicales. Se trata de las nuevas entidades moleculares (NEM), clasificadas como prioritarias en el gráfico 5. La antigua editora del *New England Journal of Medicine*, Marcia Angell (2004), ha defendido de forma

contundente que, a pesar de que las empresas farmacéuticas privadas justifican sus precios exorbitantemente elevados afirmando que necesitan cubrir sus elevados costes de I+D, en realidad la mayoría de los nuevos fármacos verdaderamente «innovadores», por ejemplo las nuevas entidades moleculares clasificadas como prioritarias, provienen de laboratorios públicos. Las farmacéuticas privadas se han centrado más en los fármacos «yo también» (ligeras variaciones de otros ya existentes) y en los aspectos relacionados con el desarrollo (incluyendo las pruebas clínicas) y la comercialización. Esto es, por supuesto, muy irónico, sobre todo si se tienen en cuenta sus constantes lamentaciones sobre las regulaciones asfixiantes.

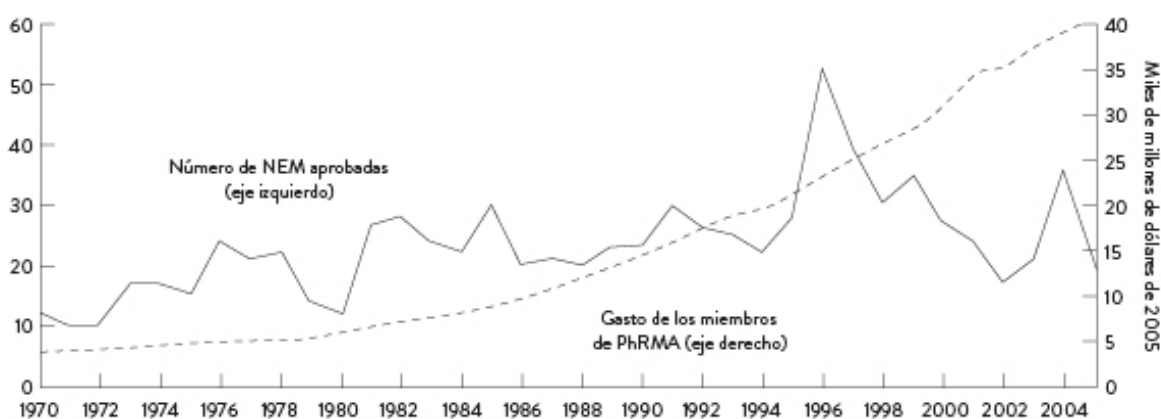
GRÁFICO 5. CLASIFICACIÓN DE NUEVOS FÁRMACOS



Los economistas miden la productividad comparando la cantidad de *input* empleado en el proceso productivo con la cantidad de *output* creado. En este sentido, las grandes empresas farmacéuticas han sido bastante improductivas a lo largo de las últimas décadas a la hora de producir innovaciones. Tal como muestra el gráfico 6, se ha producido un incremento exponencial en el gasto en I+D de los miembros de Investigadores y Productores Farmacéuticos de Estados Unidos (PhRMA), sin que se haya producido el aumento correspondiente en el número de nuevos fármacos, comúnmente conocidos como nuevas entidades moleculares NEM. Esto también es

cierto en el caso de las patentes: a pesar de que el número de patentes se ha disparado desde la aprobación de la Ley Bayh-Dole (1980), que permite que se patente la investigación financiada con recursos públicos, la mayor parte de ellas son de escaso valor (Demirel y Mazzucato, 2012). Cuando se ponderan las patentes por el número de citas que reciben (el indicador habitual de la «relevancia» de las patentes), la cifra es relativamente pequeña, hecho que indica que hay pocas patentes importantes.

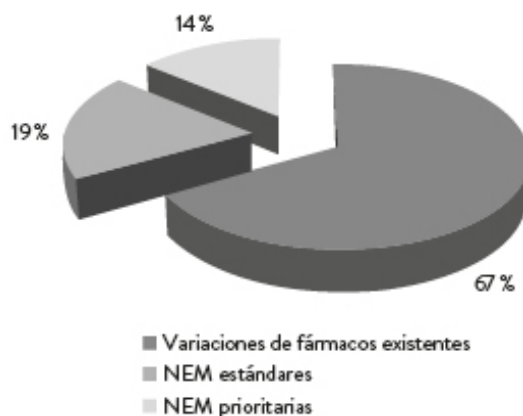
GRÁFICO 6. NÚMERO DE NEM APROBADAS EN COMPARACIÓN CON EL GASTO DE LOS MIEMBROS DE PhRMA EN ESTADOS UNIDOS (1970-2004)



FUENTE: Oficina del Presupuesto del Congreso (2006).

De los 1.072 nuevos fármacos que aprobó la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA) entre 1993 y 2004, solo 357 eran NEM y no simples variaciones «yo también» de fármacos ya existentes. El número de nuevos fármacos «prioritarios» *importantes* es incluso más preocupante: solo 146 de estos fármacos tenían la categoría de prioritario (NEM con categoría «P»). El gráfico 7 muestra que solo el 14 por ciento se consideraban nuevos fármacos importantes.

GRÁFICO 7. PORCENTAJES DE NUEVOS FÁRMACOS SEGÚN TIPO EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA (1993-1994)



FUENTE: Angell (2004).

Para el argumento planteado en este libro, lo importante es que el 75 por ciento de las NEM parten de investigación que no ha sido financiada por empresas privadas, sino por laboratorios de los NIH de Estados Unidos, financiados con recursos públicos. Mientras que los laboratorios de financiación estatal han invertido en la etapa en la que había más riesgo, las grandes empresas farmacéuticas han preferido invertir en variaciones de fármacos existentes (un fármaco que simplemente tiene una dosis diferente que la versión previa del mismo fármaco), algo con mucho menos riesgo.

Todo esto no queda en absoluto reflejado en la reciente cita de Andrew Witty, director ejecutivo de la empresa británica GlaxoSmithKline: «La empresa farmacéutica es enormemente innovadora [...]. Si los gobiernos trabajaran para apoyar la innovación, en lugar de reprimirla, la industria crearía la nueva era de la medicina revolucionaria» (*The Economist*, 2010b). Es el espíritu «revolucionario» de los laboratorios del Estado, que producen el 75 por ciento de los nuevos fármacos radicales, lo que está permitiendo que Witty y los demás directores ejecutivos puedan pasar la mayor parte de su tiempo intentando hinchar las cotizaciones de sus acciones (por ejemplo a través de programas de recompra de acciones). Si esta relación parasitaria es sostenible o no es la cuestión examinada más adelante en los capítulos 8 y 9.

BIOTECNOLOGÍA: LÍDER PÚBLICO, REZAGADO PRIVADO

En Reino Unido, el Consejo de la Investigación Médica (MRC) recibe una financiación anual en forma de subvención del Parlamento a través del Departamento de Empresas, Innovación y Talento, a pesar de que goza de independencia para elegir qué investigación apoya. Trabaja estrechamente con el Servicio Nacional de Salud y otros consejos de investigación británicos, la industria y demás agentes implicados para identificar y responder a las necesidades sanitarias de Reino Unido. Fue la investigación del MRC en la década de 1970 lo que condujo al desarrollo de los anticuerpos monoclonales que, según el MRC, constituyen un tercio de todos los nuevos tratamientos para muchas enfermedades, tales como el cáncer, la artritis y el asma.

La historia de la industria biofarmacéutica de Estados Unidos es parecida. Su crecimiento no se basó, como suele afirmarse, en la financiación empresarial (como el capital riesgo), sino que emergió y fue guiada por la inversión y el gasto del Gobierno (Mazzucato y Dosi, 2006). De hecho, el inmenso interés del capital riesgo y las grandes empresas farmacéuticas en la biotecnología fue paradójico, dado el largo y arriesgado periodo de recuperación de la inversión (Pisano, 2006). Según Lazonick y Tulum (2011), la respuesta a esta misteriosa paradoja es doble. En primer lugar, los primeros inversores disponen de oportunidades de retirada a través de las fluctuaciones especulativas en los mercados de valores y de los inversores dispuestos a financiar ofertas públicas iniciales. En segundo lugar, el apoyo gubernamental y su implicación han ayudado a la industria a florecer en las últimas décadas.

De hecho, el desarrollo de la industria de la biotecnología en Estados Unidos es un producto directo del papel clave del Gobierno en liderar y desarrollar una base de conocimiento que ha llevado, a su vez, al éxito de las empresas y al crecimiento global de la industria de la biotecnología. Tal como resumen Vallas, Kleinman y Biscotti (2009, p. 66):

La economía del conocimiento no emergió de forma espontánea desde abajo, sino que la motivó una sigilosa política industrial desde arriba; los dirigentes del Gobierno y de la industria defienden la intervención del gobierno para incentivar el desarrollo de la industria de la biotecnología, a la vez que afirman de forma hipócrita que el gobierno debería dejar «funcionar libremente al mercado».

Tal como explica esta cita, no solo la economía del conocimiento estuvo guiada por el Gobierno sino que, de forma sorprendente, esto ocurrió mientras los líderes de la industria demandaban en privado la intervención del Gobierno mientras que declaraban en público el apoyo al libre mercado. Teniendo en cuenta esta hipocresía, no sorprende en absoluto que hoy en día haya tanta confusión entre los legisladores y el público general con relación al papel del Gobierno en la economía. Block (2008) explica con claridad esta confusión, y afirma que Estados Unidos lleva a cabo una política industrial «oculta», aunque luego aclara que el hecho de que esté oculta se debe sobre todo a que los políticos y los principales medios de comunicación no la plantean como una materia susceptible de debate público. Además, afirma que, «igual que la carta robada[*] el Estado desarrollista oculto actúa a plena luz del día. Pero se ha hecho invisible como consecuencia del éxito de la ideología fundamentalista del mercado» (2008, p. 15), que suele plantear un debate sesgado (tal como he explicado en el capítulo 1). Si se tienen en cuenta los esfuerzos de los políticos internacionales para intentar hacer avanzar sus economías replicando los éxitos de Estados Unidos, es imperativo que, ahora más que nunca, se cuente la historia «real» que hay detrás de la innovación, el crecimiento y el desarrollo económico. Si los componentes del Estado desarrollista ya son visibles y están en acción, ¿por qué triunfa la lógica que cuestiona su valía?

Al resumir sus hallazgos sobre el papel determinante del Gobierno en el desarrollo de la industria de la biotecnología, Vallas, Kleinman y Biscotti enfatizan la importancia de los «grandes cambios en la I+D federal» y añaden que «es difícil no llegar a la conclusión de que la economía del conocimiento no nació sino que se creó» (2009, p. 71). A pesar de que las empresas farmacéuticas gastan mucho en

I+D, estas inversiones privadas han dependido por completo de un «*stock* de conocimiento científico listo para utilizarse que ha sido o bien financiado o bien producido por agencias federales».

LOS INSTITUTOS NACIONALES DE SALUD: CREAR LA OLA FRENTE A SURFEAR

El apoyo del Estado y su participación en la biotecnología han adoptado una amplia diversidad de formas, de las cuales la más importante es que la enorme base de conocimiento de la que dependen las empresas biofarmacéuticas depende o se ha desarrollado en mayor medida a partir de la inversión del Gobierno que de la inversión de las empresas. La base de conocimiento se ha desarrollado a partir de la inversión decisiva que el Gobierno ha realizado para financiar la ciencia básica. En la vanguardia están los NIH y otros programas gubernamentales que han invertido en muchos de los logros científicos clave sobre los que se ha construido el éxito de la industria. A partir de los datos sobre gastos de los NIH recopilados por Lazonick y Tulum (2011) es fácil ver cuán crucial fue esta financiación para la innovación en biotecnología. Entre 1978 y 2004, el gasto de los NIH en investigación en ciencias de la vida alcanzó un total de 365.000 millones de dólares. La financiación de los NIH aumentó en términos nominales, en contraste con las amplias fluctuaciones en la inversión proveniente de los fondos de capital riesgo y el mercado de valores.

El gráfico 8 muestra que el gasto total de los NIH entre 1936 y 2011 (en dólares de 2011) fue de 792.000 millones. Solo en 2012, el presupuesto alcanzó los 30.900 millones. Por tanto, a pesar de que las empresas siguen presionando para conseguir menos impuestos y burocracia, en realidad dependen en gran medida de la financiación proveniente de los impuestos contra los que luchan. De hecho, países como Reino Unido, que cada vez están más convencidos de que lo que incentiva a los negocios son los «impuestos bajos y la poca regulación», están viendo cómo se les van muchas empresas, como Pfizer y Sanofi.

GRÁFICO 8. PRESUPUESTOS DE LOS INSTITUTOS NACIONALES DE SALUD (1938-2012)



FUENTE: Fundación Nacional para la Ciencia (2008).

Más sorprendente es que en los treinta y cinco años que han pasado desde la creación en 1976 de Genentech, la primera compañía de biotecnología, los NIH han financiado al sector farmabiotechológico con 624.000 millones de dólares (cifra hasta 2010). Tal como revelan estos datos, Lazonick y Tulum (2011) afirman que el Gobierno de Estados Unidos, a través de los NIH y, por extensión, de los contribuyentes estadounidenses, «ha sido desde hace tiempo el inversor más importante de la nación (y del mundo) en la creación de conocimiento en el campo de la medicina». Este conocimiento fue «indispensable» y, sin él, tanto los capitalistas de riesgo como los fondos de inversión no se habrían lanzado al sector. Han «surfeado la ola» en lugar de crearla.

A través de un sistema de casi 50.000 subvenciones competitivas, los NIH financian a más de 350.000 investigadores en más de 3.000 universidades, facultades de Medicina y otras instituciones de investigación en todos los estados de Estados Unidos y alrededor del mundo. Estas subvenciones representan el 80 por ciento del presupuesto de la agencia, con otro 10 por ciento utilizado para

emplear directamente a 6.000 personas en sus propios laboratorios. Los veintiséis centros de investigación de la agencia en Maryland tienen un papel destacado en la industria de la biotecnología, y ese papel está creciendo a medida que se desarrollan más centros e institutos dentro de los NIH. Más allá de estos «programas de creación de conocimiento», se pueden encontrar trazas del apoyo gubernamental en casi todos los grandes productos biofarmacéuticos de Estados Unidos (Vallas, Kleinman y Biscotti, 2009). A pesar de que los investigadores en el campo de la biotecnología reconocen el inmenso apoyo del Gobierno en la base científica, en general no consiguen establecer la relación causal entre el exitoso crecimiento de esta industria y su atractivo para los inversores y los esfuerzos a largo plazo del Gobierno, que ha desarrollado y sostenido la base sustancial de conocimiento en Estados Unidos.

Por tanto, ¿por qué el capital riesgo suele llevarse todo el mérito de la revolución biotecnológica? Paul Berg (ganador del Premio Nobel de Química en 1980) describió perfectamente la historia de la inversión pública y privada en biotecnología con las palabras incluidas en el epígrafe de este capítulo. En esencia, Berg reconoce que el Estado pavimentó el camino para el desarrollo futuro de la industria al aportar el valor, la visión y la financiación que faltaban en el sector privado. O quizá sea más adecuado decir que invirtió en una nueva industria hasta que la temida incertidumbre se convirtió en mero riesgo.

El argumento de este capítulo era demostrar que la necesidad de inversión del Estado va más allá de la investigación básica. De hecho, también es aplicable a los diferentes tipos de investigación «arriesgada» e incierta, puesto que el sector privado es, en muchos sentidos, menos emprendedor que el sector público: evita los productos y procesos radicalmente nuevos, y deja que sea el Estado el primero en asumir las inversiones más inciertas. Así pues, a pesar de que la investigación básica es necesaria para que se produzca la innovación, está lejos de ser suficiente y, de hecho, el papel del Estado va mucho más allá. Seguiré examinando la amplitud y profundidad del liderazgo del Estado en la economía del conocimiento en el capítulo 4 y a continuación, en el capítulo 5,

repasaré el caso específico de Apple, como perfecto ejemplo de una empresa que se ha beneficiado enormemente tanto de la investigación básica financiada por el Estado como de las políticas gubernamentales que han facilitado la comercialización.

4

EL ESTADO EMPRENDEDOR ESTADOUNIDENSE

Desde los Padres Fundadores, Estados Unidos ha estado siempre dividido entre dos tradiciones: la política activista de Alexander Hamilton (1755-1804) y la máxima de Thomas Jefferson (1743-1826) de que «el mejor Gobierno es el que menos gobierna» [...]. Con el tiempo y el acostumbrado pragmatismo estadounidense, esa rivalidad se ha resuelto poniendo a los jeffersonianos a cargo de la retórica y a los hamiltonianos a cargo de la política.

ERIK REINERT (2007, p. 23)

A pesar de que se suele considerar a Estados Unidos como el paradigma de la creación de riqueza liderada por el sector privado, en realidad ha sido el Estado el que ha asumido el riesgo emprendedor a gran escala que ha estimulado la innovación. En este capítulo explicaré cuatro ejemplos de éxitos importantes: la DARPA, el programa SBIR, la ODA, o Ley de los Fármacos Huérfanos (la Unión Europea aprobó su propia ley de fármacos huérfanos en 2001, imitando la ley que Estados Unidos aprobó en 1983) y la NNI. Lo que comparten todos estos ejemplos es el enfoque proactivo del Estado para configurar un mercado con el objetivo de promover la innovación. La lección que se aprende es que, además de ser una sociedad emprendedora, cuya cultura considera natural crear y desarrollar un negocio, Estados Unidos es también un lugar donde el Estado asume una función emprendedora y realiza inversiones en áreas radicalmente nuevas. El Estado ha proporcionado la financiación inicial a aquellos sectores de los que el capital riesgo ha huido, además de encargar la innovación de alto nivel al sector

privado, innovación que no se habría producido sin unos objetivos de política pública que apoyara una estrategia y una visión.

Hasta aquí he argüido que a pesar de que el nivel de innovación tecnológica es esencial para la tasa de crecimiento económico, no se aprecia una relación lineal entre el gasto en I+D, el tamaño de las empresas, el número de patentes y el grado de innovación en una empresa. No obstante, lo que parece estar claro es que una condición necesaria para que se produzca innovación es disponer de una economía altamente conectada, con continuos efectos de retroalimentación entre los diferentes individuos y organizaciones para permitir que se comparta el conocimiento y se amplíen sus fronteras.

Este capítulo intenta ilustrar que, en lo referente a las fronteras del conocimiento, no basta con disponer de un sistema nacional de innovación. A lo largo del tiempo, los resultados más llamativos se obtienen cuando el Estado es un actor importante que opera dentro de este sistema. Su papel no tiene por qué desempeñarse a nivel nacional (a pesar de que es una posibilidad) y no debería limitarse a subsidios de largo plazo a ciertas empresas («elegir a los ganadores»). En lugar de esto, el Estado, a través de sus diversas agencias y laboratorios, tiene la capacidad de diseminar nuevas ideas rápidamente. También puede ser astuto y utilizar sus compras, encargos y funciones regulatorias para configurar mercados y promover el avance tecnológico. De esta forma actúa como catalizador del cambio, como la chispa que enciende el fuego.

LA AGENCIA DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN AVANZADA EN DEFENSA

El papel que ha desempeñado la actividad militar en el crecimiento y el desarrollo económico de Estados Unidos no es diferente en otros estados modernos. Pero en Estados Unidos, la experiencia de los desarrollos tecnológicos necesarios para ganar guerras ha proporcionado importantes lecciones a quienes intentan mejorar la política de innovación.

El papel del Estado en el modelo de la DARPA va mucho más allá de la simple financiación de la ciencia básica. Consiste en orientar los recursos a áreas y direcciones específicas; abrir nuevas ventanas de oportunidades; negociar las interacciones entre los agentes públicos y privados implicados en el desarrollo tecnológico, incluidas aquellas que se producen entre el capital riesgo público y privado; y facilitar la comercialización (Block, 2008; Fuchs, 2010).

A diferencia de los fundamentalistas del mercado, que ponen el énfasis en el New Deal de Franklin D. Roosevelt como punto de inflexión crucial en la historia económica de Estados Unidos, Block (2008) afirma que el periodo más significativo para el desarrollo de las políticas de innovación en el país fue durante el posterior a la Segunda Guerra Mundial, cuando el Pentágono trabajó estrechamente con otras agencias de seguridad nacionales, como la Comisión de la Energía Atómica y la NASA. La colaboración entre agencias llevó al desarrollo de tecnologías tales como los ordenadores, el avión de reacción, la energía nuclear civil, el láser y la biotecnología (Block 2008). Este proceso de colaboración estuvo «liderado» por la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada (ARPA), un departamento creado por el Pentágono en 1958. Esta agencia, conocida también como Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada en Defensa (DARPA), y en consecuencia citada con el acrónimo empleado a lo largo de este libro, participó en el desarrollo de iniciativas decisivas en un amplio rango de tecnologías.^[1] No obstante, fue el apoyo gubernamental a los avances tecnológicos en el campo de la informática lo que llevó a la consolidación de un nuevo paradigma para la política tecnológica.

La DARPA se creó con el objetivo de alcanzar la superioridad tecnológica de Estados Unidos en diferentes sectores, sobre todo (aunque no de manera exclusiva) aquellos relacionados con la tecnología, y siempre ha estado claramente orientada a ciertas misiones. Tiene un presupuesto anual de más de 3.000 millones de dólares y una plantilla de 240 trabajadores, opera de forma flexible con pocos gastos generales y, aunque es independiente, está conectada con el Gobierno. Ha conseguido reclutar gestores de programas altamente cualificados, que están dispuestos a asumir

riesgos, ya que firman contratos de corto plazo, de una duración de entre cuatro y seis años. Su estructura tiene el propósito de actuar como puente entre el trabajo académico, con horizontes temporales de largo plazo, y el desarrollo tecnológico más progresivo que se produce en el sector militar.

Después de la victoria en la Segunda Guerra Mundial, que dependió en gran medida de los desarrollos tecnológicos financiados y organizados por el Estado, el Gobierno federal desarrolló a toda prisa las recomendaciones del informe de Vannevar Bush de 1945, que solicitaba apoyo público regular para la investigación científica, tanto básica como aplicada. Más tarde, la relación entre Gobierno y ciencia se reforzó con el Proyecto Manhattan (el mayor esfuerzo científico liderado por Estados Unidos, con Reino Unido y Canadá, que llevó a la invención y uso de la bomba atómica en la Segunda Guerra Mundial), ya que los físicos les mostraron a los políticos las implicaciones militares de la nueva tecnología. A partir de ese punto, comprender qué tecnologías proporcionaban posibles aplicaciones para propósitos militares, así como usos comerciales, se convirtió en un asunto del Gobierno.

Según Block (2011, p. 7), durante este periodo, un creciente número de trabajadores del Gobierno asumieron un papel más directo en la promoción de la innovación, y reclutaron a más investigadores, a quienes animaron a solucionar problemas específicos y les exigieron obtener resultados concretos. La lección que se extrajo fue que el Gobierno podía obrar no solo con arreglo a la función militar tradicional, sino también con propósitos económicos y civiles.

El lanzamiento del Sputnik en 1957 por parte de los soviéticos llevó a un estallido de pánico entre los políticos de Estados Unidos, que temían estar perdiendo la batalla tecnológica. La creación de la DARPA en 1958 fue el resultado directo. Antes de la fundación de esta agencia, el ejército controlaba todos los fondos de I+D militar. Con la DARPA, una parte del gasto en I+D militar se destinó a la «reflexión abstracta»; es decir, a las ideas que iban más allá del horizonte, en el sentido de que quizá no producirían resultados hasta pasados diez o veinte años. Gracias a este mandato, la DARPA era

libre para centrarse en la promoción de desarrollos tecnológicos innovadores siguiendo estrategias novedosas. Esto trajo consigo oportunidades para que los científicos e ingenieros propusieran sus ideas y recibieran financiación y apoyo (Block, 2008).

Al ir más allá de la simple financiación de la investigación, la DARPA hizo posible que se crearan departamentos de ciencias informáticas, proporcionó apoyo inicial para investigación a las empresas *start-up*, contribuyó a la investigación en semiconductores, apoyó la investigación en la interacción entre persona y ordenador, y supervisó las primeras etapas de internet. Muchas de estas actividades decisivas las llevó a cabo el Departamento de Técnicas de Procesamiento de la Información, creado en 1962. Tales estrategias contribuyeron en gran medida al desarrollo de la industria informática durante las décadas de 1960 y 1970, y muchas de estas tecnologías se incorporaron más adelante en el diseño del ordenador personal que desarrollaron los investigadores financiados por la DARPA (Abbate, 1999).

Otro elemento clave durante este periodo fue el ambiente de innovación que se creó después de que un grupo de científicos e ingenieros se fueran en 1957 de una empresa creada por William Shockley (Block, 2011). Este grupo de rebeldes, a quienes suele llamarse los «ocho traidores», crearon Fairchild Semiconductor, una nueva empresa que potenció la tecnología de los semiconductores, y desencadenaron «un proceso de fisión económica que generaba constantemente nuevos rivales económicos» (Block y Keller, 2011, pp. 12-13). Lazonick (2009) añade que la cultura de las *spin-off* empezó básicamente con la Fairchild Semiconductor, y que prácticamente todo el crecimiento de la empresa se debió a las compras militares. El modelo de empresas *spin-off* se hizo viable y popular para el avance tecnológico a partir de la revuelta de 1957, pero no habría sido posible sin la participación del Estado y su función de mejor cliente. Surgió un nuevo paradigma que hizo posible que las ideas innovadoras fueran de los laboratorios a los mercados en una mayor medida.

Antes de esto, la influencia de los funcionarios gubernamentales en la generación de un rápido avance tecnológico era limitada,

puesto que las grandes empresas de defensa todavía evitaban la presión y las exigencias de innovación con el tremendo poder que ejercían. La influencia que tenían los funcionarios gubernamentales para promover descubrimientos innovadores también estaba limitada por la pequeña cantidad de empresas que disponían de tales capacidades. Unidas por el interés común de evitar los riesgos ciertos que acompañan a una senda tecnológica incierta, las empresas se resistían a la presión del Gobierno para que innovaran. Sin embargo, en un nuevo entorno con ambiciosas *start-ups*, se presentó la oportunidad de generar competencia real entre empresas.

Los directores de programas en la DARPA reconocieron el potencial de este nuevo entrono innovador y fueron capaces de aprovecharse de él. En primer lugar se centraron en nuevas empresas más pequeñas, a las que podían proporcionar fondos mucho menores de lo que habría sido posible con los grandes contratistas de defensa. Estas empresas advirtieron la necesidad de una innovación ambiciosa como parte de su viabilidad general futura. Según Block (2008), en un entorno con empresas pequeñas y más nuevas convertidas en competidores reales, y a medida que el modelo *spin-off* se fue institucionalizando, las empresas grandes también tuvieron que embarcarse en esta cruzada para conseguir grandes hazañas innovadoras. Al aprovecharse de este nuevo entorno, el Gobierno fue capaz de ejercer una función de liderazgo en la movilización de la innovación en empresas grandes y pequeñas así como en la universidad y los laboratorios del Gobierno. La estructura dinámica y flexible de la DARPA, que contrasta con la estructura más formal y burocrática de otros programas gubernamentales, le permitió maximizar la mayor influencia que ahora tenía para generar competencia real en la red. Utilizando sus redes de financiación, la DARPA incrementó el flujo de conocimiento entre grupos de investigación en competencia. Proporcionó talleres para que los investigadores recopilaran y compartieran ideas, al mismo tiempo que descubrían qué caminos habían identificado otros investigadores como «callejones sin salida». Los funcionarios de la DARPA participaron en la negociación empresarial y tecnológica al

conectar a los investigadores universitarios con emprendedores interesados en crear nuevas empresas, vinculando empresas *start-up* con capitalistas de riesgo, encontrando empresas más grandes para comercializar la tecnología, o ayudando a conseguir un contrato del Gobierno para apoyar el proceso de comercialización.

Al desempeñar esta función negociadora, los funcionarios de la DARPA no solo crearon vínculos entre todos los agentes implicados en el sistema de red, también incentivaron la expansión del grupo de científicos e ingenieros que trabajaban en áreas específicas. Un ejemplo de ello es el papel que desempeñó la DARPA durante la década de 1960 financiando la creación de nuevos departamentos de informática en diversas universidades de Estados Unidos. Al incrementar el número de investigadores que disponían de la experiencia necesaria y específica, la DARPA fue capaz, durante un largo periodo de tiempo, de acelerar el cambio tecnológico en esta área. En la fabricación de chips para ordenadores, durante la década de 1970 la DARPA asumió los gastos relacionados con el diseño de un prototipo con la financiación de un laboratorio adscrito a la Universidad del Sur de California. Cualquiera que tuviera un diseño superior para un nuevo microchip podía conseguir que el chip se fabricara en ese laboratorio, con lo que se ampliaba el grupo de participantes que diseñaban microchips más rápidos y mejores.

El ordenador personal surgió en esa época. Apple introdujo el primero en 1976. A partir de ese momento, empezó el boom de la industria informática en Silicon Valley y el papel decisivo de la DARPA en el extraordinario crecimiento del sector de los ordenadores personales recibió una atención significativa. Pero quienes afirman que Silicon Valley es un ejemplo de capitalismo de «libre mercado» se han olvidado de esto. Por ejemplo, en un reciente documental titulado *Something Ventured, Something Gained*, el papel del Estado no se menciona ni una sola vez durante los ochenta y cinco minutos dedicados a describir el desarrollo de Silicon Valley (Geller y Goldfine, 2012).

Por otro lado, durante la década de 1970, los significativos desarrollos que estaban produciéndose en el campo de la biotecnología mostraron a los legisladores que la participación de la

DARPA en la industria informática no era un caso de éxito único o aislado. El modelo descentralizado de política industrial, fundamental en la creación del entorno para la gran expansión de los ordenadores personales, también fue instrumental en la aceleración del crecimiento y desarrollo en la biotecnología.

Block (2008, p. 188) identifica las cuatro características clave del modelo de la DARPA: [\[2\]](#)

- Una serie de departamentos relativamente pequeños, que a menudo emplean importantes científicos e ingenieros, con considerable autonomía presupuestaria para financiar ideas prometedoras. Estos departamentos son proactivos en lugar de reactivos y trabajan para crear una agenda para los investigadores de campo. El objetivo es crear una comunidad científica con presencia en las universidades, el sector público y las corporaciones, que se centre en un reto tecnológico específico por alcanzar.
- La financiación se concede a un *mix* formado por investigadores de las universidades, empresas *start-up*, empresas consolidadas y consorcios industriales. No hay línea divisoria entre «investigación básica» e «investigación aplicada», puesto que ambas están profundamente entrelazadas. Además, se incentiva al personal de la DARPA para que les corte la financiación a los grupos que no hagan progresos y se reasignen estos recursos a otros grupos más prometedores.
- Puesto que el objetivo es producir avances tecnológicos que puedan utilizarse, el mandato de la agencia se extiende también a ayudar a las empresas para que consigan que sus productos alcancen la fase de viabilidad comercial. La agencia puede proporcionar a las empresas un apoyo que vaya más allá de la financiación de la investigación.
- Parte de las tareas de la agencia consiste en ejercer su función de supervisión para conectar ideas, recursos y personas de forma constructiva en los diferentes ámbitos de investigación y desarrollo.

El principal objetivo es ayudar a las empresas a desarrollar nuevas innovaciones de producto y proceso. La clave está en que el Gobierno haga de líder para que las empresas lo imiten, siguiendo un enfoque que es mucho más «práctico», en el que los funcionarios trabajan directamente con las empresas para identificar y seguir las sendas innovadoras más prometedoras. Al hacerlo, el Gobierno es capaz de atraer a las mentes privilegiadas, que es exactamente el tipo de experiencia que genera el dinamismo del que se acusa al Gobierno de carecer. Tal como ya he mencionado, este tipo de afirmación es un ejemplo claro de profecía que termina por cumplirse, porque un Gobierno atacado de manera sistemática no se atreverá a ser confiado y dinámico.

En el capítulo 6 veremos cómo la actual ARPA-E, la flamante agencia del Departamento de Energía de Estados Unidos, está intentando aplicar a la «energía verde» lo mismo que la DARPA hizo en el campo de la tecnología de la información.

EL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DE INNOVACIÓN PARA PEQUEÑAS EMPRESAS

Pese a lo que afirmen las creencias más arraigadas con respecto al dominio de la ideología del libre mercado durante la Administración Reagan, lo cierto es que durante la década de 1980 el Gobierno de Estados Unidos actuó para ampliar los éxitos de la política industrial descentralizada de la DARPA. Uno de los hechos más significativos durante este periodo fue la firma en 1982 de la Ley de Desarrollo de Innovación de Pequeñas Empresas, un consorcio entre la Administración de Pequeñas Empresas y varias agencias gubernamentales, como el Departamento de Defensa, el Departamento de Energía y la Agencia de Protección Ambiental. La ley se basaba en un programa piloto de la NSF, creado durante la Administración Carter. El programa SBIR exigía que unas agencias gubernamentales con amplios presupuestos de innovación destinaran una parte (al principio, el 1,25 por ciento de su financiación para la investigación a apoyar empresas con ánimo de

lucro pequeñas e independientes. Como resultado, el programa ha proporcionado ayuda a un significativo número de empresas *start-up* altamente innovadoras (Lerner, 1999; Audretsch, 2003).

Además, se ha expandido la red de instituciones estatales y locales que trabajan asociadas con programas federales. Un ejemplo de ello es el desarrollo de organizaciones que los gobiernos estatales y locales financiaron para ayudar a los emprendedores a presentar aplicaciones al programa SBIR con la finalidad de garantizar fondos para sus proyectos. SBIR cumple con una función única en este nuevo sistema de innovación, ya que es el primer lugar al que acuden a buscar financiación muchos emprendedores que llevan a cabo innovaciones tecnológicas. El programa, que proporciona más de 2.000 millones de dólares anuales en concepto de apoyo directo a las empresas de alta tecnología, ha promovido el desarrollo de nuevas empresas y ha guiado la comercialización de cientos de nuevas tecnologías en la transición entre el laboratorio y el mercado. Si se tienen en cuenta la función instrumental del SBIR y los éxitos que ha logrado, es sorprendente la escasa atención que recibe. Tal como veremos en el próximo capítulo, Reino Unido ha intentado copiar estos éxitos desde 2001, pero todavía no lo ha conseguido.

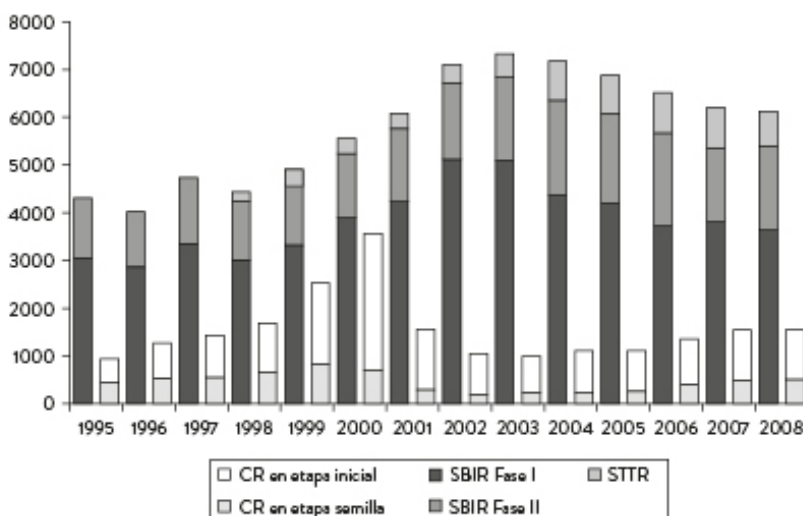
Block (2011, p. 14) destaca la falta de visibilidad del SBIR en su intento de ilustrar lo que describe como «una discrepancia entre la creciente importancia de estas iniciativas federales y la falta de debate o discusión pública sobre ellas». Tal como he indicado en la introducción y al principio de este capítulo, esta discrepancia supone un reto excepcional, tanto para los legisladores, para el público que participa en debates económicos, así como en todo lo relativo a los esfuerzos para afrontar la actual crisis económica y cimentar el camino para el futuro de la innovación y el desarrollo en el mundo globalizado.

A tenor de lo que nos muestra el gráfico 9, el papel del SBIR ha aumentado. De hecho, a medida que el capital riesgo se ha vuelto más cortoplacista y se ha centrado en obtener ganancias de capital y buscar una salida rápida a través de una oferta pública inicial, el SBIR ha tenido que reforzar su financiación del riesgo (Block y Keller, 2012).

FÁRMACOS HUÉRFANOS

Un año después de que se creara el SBIR, se aprobó otra normativa que incentivaba la innovación en el sector privado, en este caso específica para la industria de la biotecnología. La Ley de los Fármacos Huérfanos (ODA, por sus siglas en inglés) de 1983 permitió que las empresas pequeñas dedicadas a la biotecnología se hicieran un hueco en el mercado farmacéutico. La ley prevé ciertos incentivos fiscales y clínicos, así como subsidios a la I+D, aprobación acelerada de medicamentos y cuantiosos derechos de propiedad intelectual y comerciales para los productos desarrollados para tratar enfermedades raras. Una enfermedad rara se define como aquella que afecta a menos de 200.000 personas. Dado que el mercado potencial es pequeño, se presupone que, al no existir incentivos financieros, los potenciales medicamentos que podrían tratar estas enfermedades seguirán siendo «huérfanos». La motivación subyacente a esta legislación era fomentar que las empresas farmacéuticas invirtieran en el desarrollo de estos fármacos.

GRÁFICO 9. NÚMERO DE SUBVENCIONES CONCEDIDAS A PROYECTOS EN ETAPA INICIAL Y EN ETAPA SEMILLA, SBIR Y CAPITAL RIESGO (CR)



FUENTE: Block y Keller (2012, p. 15).

La protección que esta ley proporcionaba a las empresas pequeñas mejorar sus plataformas tecnológicas y ampliar sus operaciones, lo que les permitiría alcanzar la posición de actores importantes dentro de la industria biofarmacéutica. De hecho, los fármacos huérfanos desempeñaron un papel muy relevante al permitir que las principales empresas biofarmacéuticas, tales como Genzyme, Biogen, Amben y Genentech, se convirtieran en lo que son hoy en día (Lazonick y Tulum, 2011). Desde la introducción de la ODA, se han diseñado 2.364 productos catalogados como fármacos huérfanos, 370 de los cuales han conseguido la aprobación y han llegado a comercializarse (FDA, s. f.).

Además de centrar la atención en todas las condiciones diseñadas por la ODA, Lazonick y Tulum (2011) insisten en el hecho de que pueden catalogarse como «huérfanas» múltiples versiones del mismo fármaco. El ejemplo de Novartis ilustra este punto. En mayo de 2001, la FDA aprobó la comercialización con exclusividad de su fármaco Gleevec para la leucemia mieloide crónica en el marco de la ODA. En 2005, en un periodo de cinco meses, Novartis solicitó y más adelante se le concedió la designación de fármaco huérfano para cinco indicaciones diferentes de este mismo fármaco. Según el informe anual de la empresa de 2010, ese año Gleevec obtuvo unas ventas globales de 4.300 millones de dólares, con lo que se confirmaba el argumento planteado por Lazonick y Tulum (2011) de que, incluso cuando el tamaño de mercado para un medicamento es pequeño, los ingresos pueden ser considerables.

Cuando se trata de ingresos sustanciales generados por fármacos catalogados como «huérfanos», no solo las empresas pequeñas parecen haberse beneficiado. Algunas de las empresas farmacéuticas más grandes del mundo, como Roche, Johnson & Johnson, GlaxoSmithKline y Pfizer, han solicitado la designación de fármaco huérfano para sus productos. La Organización Nacional de Enfermedades Raras, una organización pública sin ánimo de lucro financiada en gran medida por el Gobierno federal, ha presionado a las grandes empresas farmacéuticas para que compartieran su

conocimiento patentado redundante con las empresas de biotecnología más pequeñas a través de acuerdos de licencia, en un esfuerzo para desarrollar fármacos para las indicaciones huérfanas. Lazonick y Tulum (2011) demuestran la importancia de la Ley de los Fármacos Huérfanos para las empresas biofarmacéuticas a través del cálculo de la participación de los fármacos huérfanos como porcentaje del total de ingresos de todos sus productos. Los historiales financieros de las seis empresas biofarmacéuticas líderes revelan una dependencia con respecto a los fármacos huérfanos, puesto que representan una parte significativa de los ingresos totales por productos de las empresas. De hecho, el 59 por ciento del total de ingresos por productos y el 61 por ciento de los ingresos por productos de las seis empresas líderes dedicadas a la biofarmacéutica provienen de las ventas de fármacos huérfanos. Cuando se incluyen en el cálculo los derivados posteriores de fármacos que tienen el estatus de huérfanos, la cifra (calculada para 2008) se eleva hasta el 74 por ciento de los ingresos totales y el 74 por ciento de los ingresos por productos de las seis empresas biofarmacéuticas líderes. Al comparar los tiempos y el crecimiento de los «éxitos de ventas» huérfanos y no huérfanos, Lazonick y Tulum demuestran que los fármacos huérfanos son más numerosos, el incremento de sus ventas empezó antes, y muchos de ellos tuvieron mayores ventas (en dólares) en 2007 que los principales fármacos no huérfanos.

El papel fundamental que han desempeñado los fármacos huérfanos para dirigir el desarrollo de la industria de la biotecnología es innegable, pero es solo uno de los muchos pasos decisivos que el Gobierno de Estados Unidos ha dado para apoyar a la industria de la biotecnología. También es evidente que las grandes farmacéuticas han estado involucradas de manera significativa en la industria biofarmacéutica, como lo evidencia el análisis de los fármacos huérfanos. Las grandes farmacéuticas y la industria de la biotecnología dependen de manera significativa la una de la otra en este aspecto, y la distinción entre grandes farmacéuticas y grandes biofarmacéuticas se ha vuelto «borrosa». No obstante, en la década

de 2000, el papel del Gobierno en estas dos áreas ha sido crucial para su desarrollo y éxito:

El Gobierno de Estados Unidos todavía actúa como inversor en la creación de conocimiento, patrocinador del desarrollo de fármacos, defensor del mercado de fármacos y, por último pero no por ello menos importante, [...] comprador de los fármacos que las empresas biofarmacéuticas [BF] venden. La industria BF se ha convertido en un gran negocio gracias a un gran Gobierno y [...] sigue dependiendo en muy gran medida de un gran Gobierno para mantener sus éxitos comerciales. (Lazonick y Tulum, 2011, p. 18).

A partir de este breve resumen de estos tres ejemplos de apoyo a la innovación liderada por el Estado —la DARPA, el SBIR y la creación de un mercado para fármacos huérfanos con la ODA— se puede trazar una conclusión general: Estados Unidos ha dedicado las últimas décadas a utilizar políticas intervencionistas activas para dirigir la innovación del sector privado hacia los objetivos más amplios de las políticas públicas. Lo que las tres intervenciones tienen en común es que no vinculan a ninguna empresa individual al Gobierno, pero este sigue «eligiendo a los ganadores». No se le puede acusar de estar realizando una política industrial inútil. Por el contrario, nos encontramos con un Gobierno astuto que recompensa la innovación y dirige los recursos a las empresas prometedoras en un horizonte temporal relativamente corto, ya sea a través de políticas de oferta (por ejemplo, el apoyo a la información y la negociación, los programas estratégicos y la creación de visión de la DARPA) o a través de políticas de demanda y la financiación de intervenciones para arrancar una actividad (el SBIR y los fármacos huérfanos). El Gobierno no se ha limitado a crear las «condiciones para la innovación», también ha financiado de manera activa la investigación inicial radical y ha creado las redes necesarias entre las agencias del Estado y el sector privado que han facilitado el desarrollo comercial. Esto se aleja en gran medida de los actuales enfoques de política del Gobierno británico, que da por hecho que el Estado debe limitarse a empujar al sector privado hacia la acción.

LA INICIATIVA NACIONAL DE NANOTECNOLOGÍA

El papel emprendedor que puede desempeñar el Estado para promover el desarrollo de nuevas tecnologías que proporcionan la base de décadas de crecimiento económico se ha puesto de manifiesto en fechas recientes gracias al desarrollo de la nanotecnología en Estados Unidos. El tipo de inversiones y las decisiones estratégicas del Estado han ido más allá de limitarse a crear la infraestructura apropiada, financiar la investigación básica y establecer las reglas y regulaciones (como en un enfoque simple de «fallos del mercado»).

Es muy probable que la nanotecnología sea la nueva tecnología de utilidad general, tenga efectos en muchos sectores diferentes y se convierta en la base del nuevo crecimiento económico. No obstante, a pesar de que esto se acepta hoy en día de manera generalizada, en la década de 1990 no sucedía lo mismo. Motoyama, Appelbaum y Parker (2011, pp. 109-119) describen con detalle el carácter visionario del Gobierno de Estados Unidos al concebir la posibilidad de una revolución nanotecnológica. Este desafío «todos los pronósticos», realizó la inversión inicial y creó de forma explícita las redes dinámicas que unieron a los diferentes actores públicos (universidades, laboratorios nacionales, agencias del Gobierno) y, cuando estuvo disponible, al sector público. Solo entonces comenzó esta nueva revolución, que muchos creen que será incluso más importante que la de la informática. Incluso ha sido el primero en «definir» qué es la nanotecnología. Lo hizo a través del desarrollo activo de la NNI. Motoyama, Appelbaum y Parker (2011, p. 111) describen cómo se creó:

La creación y el posterior desarrollo de la NNI no han tenido ni un enfoque totalmente desde abajo ni totalmente desde arriba: no deriva ni de una oleada de iniciativas del sector privado, ni tampoco fue el resultado de las decisiones estratégicas de los funcionarios del Gobierno. En lugar de esto, fue el resultado de la visión y los esfuerzos de un pequeño grupo de científicos e ingenieros de la Fundación Nacional para la Ciencia y la Casa Blanca durante la Administración Clinton a finales de la década de 1990 [...]. Parece claro que Washington convirtió la nanotecnología en su proyecto favorito, inició la política e invirtió varios miles de millones de dólares en su desarrollo.

El objetivo del Gobierno era encontrar «la siguiente gran revolución» para que sustituyera a internet. Después de no recibir más que «miradas de asombro» desde el sector privado, los actores principales (los funcionarios) de Washington convencieron al Gobierno de Estados Unidos para que invirtiera en la creación de una nueva agenda de investigación, para preparar un conjunto de propuestas presupuestarias y proporcionar una clara división del trabajo entre las diferentes agencias gubernamentales. Pero primero era necesario definir la nanotecnología. A ello se dedicó el Comité de Asesores sobre Ciencia y Tecnología del Presidente (PCAST), so pretexto de que el sector privado no podía aspirar a encabezar el desarrollo de las aplicaciones de la nanotecnología, a las que todavía faltaban de diez a veinte años para ser viables desde el punto de vista comercial (Motoyama, Appelbaum y Parker, 2011, p. 113):

Por lo general, la industria solo invierte en el desarrollo de productos competitivos en costes con un horizonte temporal de tres a cuatro años. A los directivos de la industria les resulta difícil justificar ante sus accionistas las elevadas inversiones en investigación básica de largo plazo necesarias para hacer posibles los productos basados en la nanotecnología. Además, la naturaleza altamente interdisciplinaria de la investigación necesaria es incompatible con muchas de las actuales estructuras corporativas.

Esta cita es fascinante por la forma en que destaca cómo el sector privado está demasiado centrado en el corto plazo (sobre todo, pero no de manera exclusiva, como resultado del efecto que la revolución de los accionistas de la década de 1980 ha tenido en la estrategia empresarial de largo plazo) y cómo su estructura es demasiado rígida para llevar a cabo la I+D necesaria. Lejos de ser menos innovador que el sector privado, el Gobierno ha demostrado ser más flexible y dinámico al entender las conexiones entre las diferentes disciplinas relevantes para la revolución de la nanotecnología (que se basa en la física, la química, la ciencia de materiales, la biología, la medicina, la ingeniería y la simulación por ordenador). Tal como plantean Block y Keller (2011a), las acciones gubernamentales a favor de nuevas tecnologías punta a menudo han quedado escondidas detrás de una política industrial «oculta». Los defensores del sector público que han fomentado el desarrollo de la

nanotecnología tienen que referirse una y otra vez a un enfoque «desde abajo», para que no parezca que se trata de «tomar decisiones» ni de elegir a los sectores nacionales prioritarios. Pero al final, «a pesar de que la mayor parte del proceso político ha implicado a los académicos y expertos de empresas, está claro que el empuje y la dirección principales —desde informes sobre el estado de la cuestión hasta la aprobación del presupuesto— han venido desde arriba» (Motoyama, Appelbaum y Parker, 2011, p. 112). El enfoque consiguió convencer a Clinton (y después a Bush) de que las inversiones en nanotecnología tendrían el potencial para «engendrar el crecimiento de la productividad industrial futura» y que «el país que lidere el descubrimiento y el desarrollo de la nanotecnología tendrá una gran ventaja en la escena económica y militar durante las décadas venideras» (Motoyama, Appelbaum y Parker, 2011, p. 113).

Al final, el Gobierno de Estados Unidos actuó. No solo eligió la nanotecnología como el sector al que apoyar con más contundencia (es decir, lo «eligió» como sector ganador), sino que lanzó la NNI, revisó las normas y regulaciones relativas a la nanotecnología, estudiando los diferentes riesgos implicados, y se convirtió en el principal inversor, incluso más allá de lo que se había hecho en los casos de la biotecnología y las ciencias de la vida. A pesar de que las acciones más relevantes las llevaron a cabo desde arriba los altos funcionarios más importantes de la NSF y la Casa Blanca, la actividad real que había detrás de la nanotecnología estuvo, igual que en el caso de internet y los ordenadores, muy descentralizada a través de varias agencias del Estado (un total de trece, encabezadas por la NSF, pero también con la participación de los NIH, el Departamento de Defensa y el SBIR). Si se suman las diferentes agencias, el Gobierno de Estados Unidos está gastando aproximadamente 1.800 millones de dólares anuales en la NNI.

En la actualidad, la nanotecnología aún no ha tenido un impacto importante debido a que las nuevas tecnologías todavía no se han comercializado. Motoyama, Appelbaum y Parker (2011) afirman que esto se debe a las inversiones excesivas realizadas en investigación en relación con la falta de inversión en comercialización. Reclaman

una inversión del Gobierno más activa en el campo de la comercialización. Sin embargo, esto plantea una pregunta: si el Gobierno debe hacer la investigación, financiar las principales inversiones en infraestructuras y asumir el esfuerzo de comercialización, ¿cuál es exactamente el papel del sector privado?

Este capítulo ha resaltado la importante función que desempeña el Gobierno para encabezar la innovación y el crecimiento económico. Lejos de asfixiar la innovación y ser un lastre para el sistema económico, el Gobierno ha fomentado la innovación y el dinamismo en muchas industrias modernas importantes, mientras que el sector privado se quedaba atrás. Resulta irónico, porque el Estado ha ejercido a menudo este papel en Estados Unidos, un país que en los círculos políticos a menudo se presenta como un modelo (liberal) más orientado al «mercado». Esto no ha sido verdad en lo referente a innovación.

5 EL ESTADO DETRÁS DEL IPHONE

Seguid hambrientos, seguid alocados.

STEVE JOBS (2005)

En su conocido discurso en la ceremonia de graduación de la Universidad de Stanford del 12 de junio de 2005, Steve Jobs, entonces presidente ejecutivo de Apple Computer y Pixar Animation Studios, animó a los estudiantes que se graduaban a ser innovadores, «perseguir aquello que amaban» y «seguir alocados». En todo el mundo se ha citado el discurso como ejemplo de la cultura de la economía del «conocimiento», en la que se considera que lo importante para la innovación no son solo los grandes laboratorios de I+D, sino también una «cultura» de la innovación y la capacidad de los actores clave para cambiar «las reglas del juego». Al poner el énfasis en la parte «alocada» de la innovación, Jobs resaltó que detrás del éxito de una empresa como Apple —que está en el corazón de la revolución de Silicon Valley— no están (solo) la experiencia y la pericia técnica de su plantilla, sino (también) su capacidad para ser un poco «locos», asumir riesgos y darle al «diseño» la misma importancia que a la tecnología. El hecho de que Jobs dejara la universidad, tomara clases de caligrafía y continuara llevando zapatillas de deporte durante toda su vida, como si todavía fuera un adolescente, encarna su propia manera de considerarse joven y «alocado».

A pesar de que el discurso es inspirador y a Jobs se le puede considerar con todo merecimiento un «genio» por los productos visionarios que concibió y comercializó, esta historia crea un mito

sobre el origen del éxito de Apple. La genialidad individual, la atención al diseño, el amor por el juego y las locuras fueron, sin lugar a dudas, elementos importantes. Pero sin la enorme inversión pública que hubo detrás de las revoluciones de la informática e internet, tales elementos quizá habrían llevado solo a la invención de un nuevo juguete, aunque no a productos revolucionarios y rompedores como el iPad y el iPhone, que han cambiado la forma de trabajar y comunicarse de la gente. Igual que sucedía en el caso del capital riesgo, analizado en el capítulo 2, en el que los capitalistas de riesgo no entraron en sectores como la biotecnología hasta que el Estado hubo realizado el desagradable trabajo preliminar, el genio y las «locuras» de Steve Jobs condujeron a la obtención de enormes éxitos y beneficios en gran medida gracias a que Apple fue capaz de montarse en la ola de las elevadísimas inversiones del Estado en las tecnologías «revolucionarias» en las que se basaron el iPhone y el iPad: internet, GPS, pantalla táctil y tecnologías de la comunicación. Sin estas tecnologías financiadas con recursos públicos no habría habido ninguna ola que surfear de manera alocada.

Este capítulo está dedicado a explicar la historia de Apple. Para ello se plantean cuestiones que desafían de forma provocativa las ideas preconcebidas sobre el papel del Estado y el éxito de Apple. El capítulo 8 plantea la siguiente pregunta: ¿se han beneficiado los ciudadanos estadounidenses, en términos de empleo e ingresos fiscales, de estos grandes riesgos asumidos a través de inversiones financiadas con los ingresos fiscales o, por el contrario, se desviaron los beneficios y se evitaron los impuestos? ¿Por qué se insiste tanto en culpar al Estado por las inversiones fallidas en proyectos como el proyecto SST (cuando «se equivoca») y no se le alaba por sus inversiones en etapas iniciales exitosas en empresas como Apple (cuando «acierta»)? Y, por último, ¿por qué no se recompensa al Estado por sus inversiones directas en investigación básica y aplicada que llevan al triunfo de tecnologías que sientan la base de productos comerciales revolucionarios como el iPod, el iPhone y el iPad?

EL «ESTADO» DE LA INNOVACIÓN DE APPLE

Apple está en la vanguardia de los productos electrónicos más populares del mundo, a la par que sigue abriéndose camino a través de las aparentemente infinitas fronteras de la revolución digital y la industria de la electrónica de consumo. La popularidad y el éxito de los productos de Apple, como el iPod, el iPhone y el iPad, han cambiado el panorama competitivo en las tecnologías de comunicaciones y la informática móvil. En menos de una década, los productos de electrónica de consumo de la empresa han permitido que Apple se haga un lugar entre las empresas más valiosas del mundo, consiguiendo unos beneficios récord de 26.000 millones de dólares en 2011. La empresa triunfó con la nueva familia de productos iOS, pero lo que el consumidor medio apenas sabe es que las tecnologías básicas en las que se basan estos productos innovadores de Apple son en realidad resultado de décadas de apoyo federal a la innovación. A pesar de que los productos deben su hermoso diseño y su profesional integración a la genialidad de Jobs y a su numeroso equipo, casi toda la tecnología de última generación que puede encontrarse en el iPod, el iPhone y el iPad es un logro a menudo subestimado e ignorado de los esfuerzos de investigación y el apoyo financiero del Gobierno y el ejército.

Hace tan solo una década Apple era conocida por su innovador diseño en los ordenadores personales. La empresa fue creada el 1 de abril en Cupertino, California, por Steve Jobs, Steve Wozniak y Ronald Wayne. En 1977 Jobs y Wozniak constituyeron legalmente la empresa para vender el ordenador personal Apple I.^[1] En un primer momento, la empresa se llamaba Apple Computer, Inc. y durante treinta años se dedicó a la fabricación de ordenadores personales. El 9 de enero de 2007, la empresa anunció que eliminaría el «Computer» de su nombre, con lo que reflejaba un cambio en su actividad: de los ordenadores personales a la electrónica de consumo. Ese mismo año, Apple lanzó el iPhone y el iPod Touch, que utilizaban el nuevo sistema operativo móvil iOS, que hoy en día se utiliza en otros productos Apple como el iPad y Apple TV. Además de aprovechar muchas de las capacidades tecnológicas de las

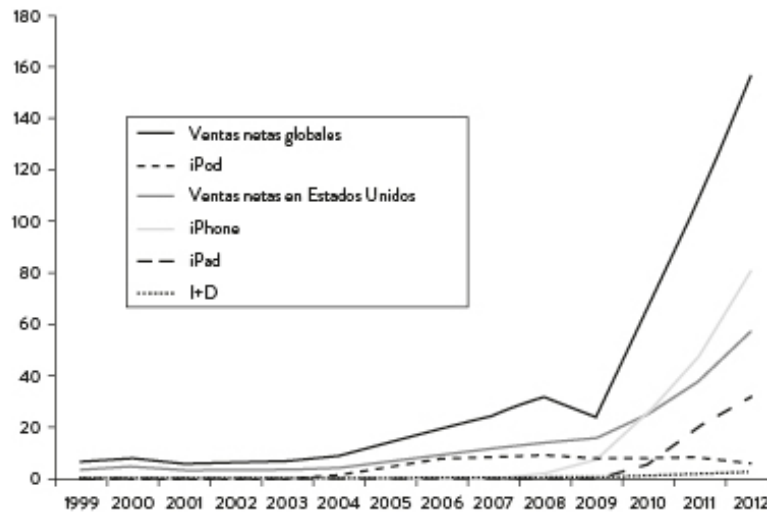
generaciones anteriores de iPod, iPhone (y iPod Touch), tenían también una pantalla táctil revolucionaria con un teclado virtual como parte de su nuevo sistema operativo.

A pesar de que Apple consiguió notables éxitos durante sus treinta años de historia gracias a los ordenadores personales, el éxito y la popularidad de sus nuevos productos iOS han superado con creces cualquiera de sus logros anteriores en los ordenadores personales. [2] Durante los cinco años posteriores al lanzamiento del iPhone y el iPod Touch en 2007, las ventas globales de Apple aumentaron casi el 460 por ciento. Tal como muestra la tabla 3, la nueva línea de productos iOS representó casi el 70 por ciento de las ventas netas totales de Apple en 2011.

Ventas netas								
Año	Global	Estados Unidos	iPod	iPhone	iPad	Ingreso neto	I+D	Ventas/I+D (%)
2011	108.249	8.315	7.453	47.057	20.358	25.922	2.429	2,24
2010	65.225	24.498	8.274	25.179	4.958	14.013	1.782	2,73
2009	36.537	16.142	8.091	6.757	N/D	5.704	1.333	3,65
2008	32.479	14.573	9.153	1.844	N/D	4.834	1.109	3,41
2007	24.006	11.596	8.305	123	N/D	3.495	782	3,26
2006	19.315	9.307	7,676	N/D	N/D	1.989	712	3,69
2005	13.931	6.590	4.540	N/D	N/D	1.335	534	3,83
2004	8.279	4.019	1.306	N/D	N/D	276	489	5,91
2003	6.207	3.181	345	N/D	N/D	69	471	7,59
2002	5.742	3.088	143	N/D	N/D	65	430	7,49
2001	5.363	2.996	N/D	N/D	N/D	(25)	430	8,02
2000	7.983	4.298	N/D	N/D	N/D	786	380	4,76
1999	6.134	3.527	N/D	N/D	N/D	601	314	5,12

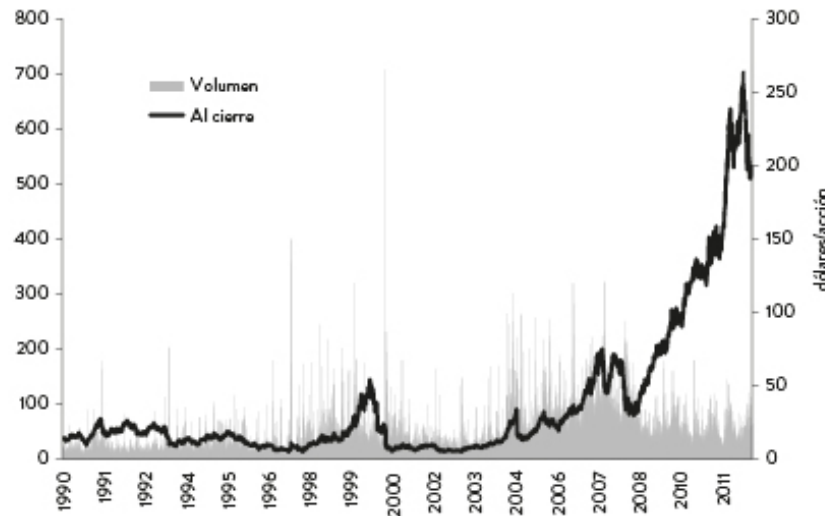
Nota: Las cifras sobre ventas netas anuales, ingresos e I+D de Apple se obtuvieron de los informes 10-K de la SEC (N/D = No Disponible).[*]

GRÁFICO 10. VENTAS NETAS DE APPLE POR REGIÓN Y PRODUCTO (MILES DE MILLONES DE DÓLARES ESTADOUNIDENSES)



El éxito y la popularidad de los nuevos productos de Apple no tardaron en reflejarse en los ingresos de la empresa. En 2011, las ganancias de Apple (76.400 millones de dólares) fueron tan elevadas que superaron el saldo de caja operativo del Gobierno de Estados Unidos (73.700 millones de dólares), según las cifras más recientes del Departamento de Hacienda de Estados Unidos disponibles en ese momento (BBC News, 2011). Este aumento drástico de los ingresos de Apple no tardó en plasmarse en una mejor valoración de mercado y una mayor popularidad de las acciones de la empresa que cotizaban en el NASDAQ. Tal como muestra el gráfico 11, la cotización de las acciones de Apple ha aumentado de 8 dólares por acción a 700 dólares por acción desde que Steve Jobs presentó el iPod el 23 de octubre de 2001. El lanzamiento de los productos iOS en 2007 permitió a la empresa garantizarse un lugar entre las empresas más valiosas de Estados Unidos. [3]

GRÁFICO 11. PRECIOS DE LAS ACCIONES DE APPLE ENTRE 1990 Y 2012

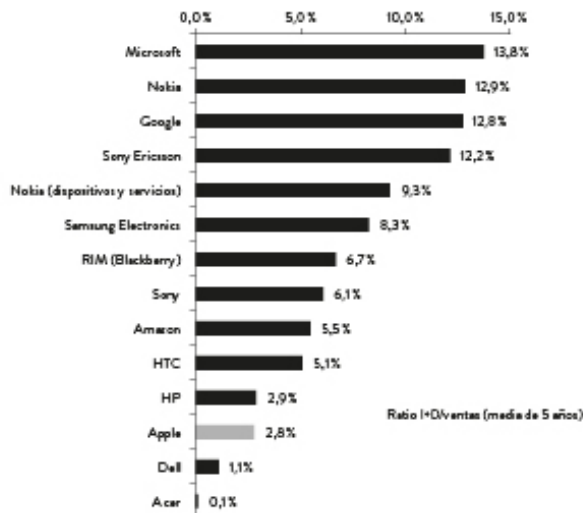


FUENTE: Yahoo! Finance, disponible [aquí](#) (de 1 de enero de 1990 a 31 de diciembre de 2012).

Tal como muestra el gráfico 10 y está documentado en los informes financieros de la empresa, el crecimiento desenfrenado de las ventas después del lanzamiento de la familia de productos iOS abrió el camino para el exitoso retorno de Apple, después de la inestable situación de finales de la década de 1980. Los informes financieros de la empresa revelan que, a medida que la empresa seguía lanzando un producto tras otro con creciente éxito, se producía un constante declive en las ratios ventas globales/ I+D, hecho que indica que la parte de los fondos destinados a actividades de I+D en comparación con las ventas globales de productos cayó a lo largo del tiempo (véase tabla 3). Podría argumentarse que esto solo refleja cuán exponencial y sin precedentes era el crecimiento en las ventas de productos en relación con el crecimiento anual de los gastos en I+D. También podría interpretarse como el resultado esperado de un esfuerzo constante de inversión en I+D. No obstante, cuando se sitúa en el contexto de la competitividad de los mercados de productos de electrónica de consumo, destaca la mediocridad de estas cifras de I+D. Horace Schmidt, analista de Apple durante mucho tiempo, enfoca este asunto desde un punto de vista diferente, comparando las cifras de I+D de Apple con las de los

rivales de la empresa. Según los datos recopilados por Schmidt (2012), presentados en el gráfico 12, entre las trece principales empresas Apple es antepenúltima en términos de porcentaje de ventas dedicadas a financiar actividades de I+D.

GRÁFICO 12. ¿I+D PRODUCTIVA O ALGO SIN COSTE?



FUENTE: Datos recopilados del artículo de Dediu y Schmidt (2012) «You Cannot Buy Innovation», Asymco, 30 de enero. *Nota:* los cálculos del autor están basados en la media de las cifras de I+D de cinco años, entre 2006 y 2011, de los líderes en el desarrollo de los smartphones.

Schmidt se pregunta entonces cómo consigue Apple superar a sus competidores en ventas de productos con esta tasa de I+D (como porcentaje de las ventas) relativamente baja. Muchos expertos sobre Apple consideran que esta productividad marginal de la I+D se debe al éxito de la empresa en la implementación efectiva de programas de I+D , de una forma que solo las *start-ups* tecnológicas pueden hacerlo. No cabe ninguna duda de que el ingenio de Apple en lo relativo al diseño, combinado con el compromiso de Steve Jobs con la simplicidad, ciertamente ha contribuido a esta eficiencia. Pero al explicar estas cifras se han omitido los hechos más importantes, es decir, que Apple ha concentrado su ingenio no en *desarrollar* nuevas tecnologías y componentes, sino en *integrarlos* en una arquitectura innovadora: los grandes diseños de los productos innovadores

desarrollados en la empresa están basados, igual que en el caso de muchos smartphones, en tecnologías que se han inventado fundamentalmente en alguna otra parte, a menudo con el apoyo de fondos públicos. En el siguiente apartado se explica el desarrollo histórico de las tecnologías que permitieron la gloria futura de la empresa.

SURFEAR ENTRE LAS OLAS DE LOS AVANCES TECNOLÓGICOS

Desde sus orígenes humildes vendiendo ordenadores personales hasta su actual posición de líder de la industria global de la información y la comunicación, Apple ha dominado el diseño y el desarrollo de tecnologías inicialmente creadas y financiadas por el Gobierno y el ejército de Estados Unidos. Las habilidades de Apple se basan sobre todo en su capacidad para a) identificar las tecnologías emergentes con un gran potencial, b) aplicar técnicas de ingeniería complejas para integrar con éxito estas tecnologías emergentes previamente identificadas, y c) mantener una visión corporativa clara que prioriza el desarrollo de productos basados en el diseño que tienen como objetivo la máxima satisfacción del usuario. Son estas habilidades las que han permitido a Apple convertirse en un líder global en la industria informática y electrónica. Durante el periodo previo al lanzamiento de sus populares productos con la plataforma iOS, Apple recibió un enorme apoyo gubernamental directo e indirecto que proviene sobre todo de tres áreas:

- 1) Inversión directa durante las etapas iniciales de creación y crecimiento de la empresa.
- 2) Acceso a tecnologías que eran el resultado de grandes programas de investigación del Gobierno, iniciativas militares, contratos públicos o desarrollados por instituciones públicas de investigación, todos financiados con recursos estatales o federales.

- 3) Creación de políticas fiscales, comerciales o tecnológicas que apoyaban a las empresas estadounidenses como Apple y les permitían mantener sus esfuerzos de innovación en épocas en que los retos nacionales o globales dificultaban que las empresas de Estados Unidos se mantuvieran líderes o les hacían quedarse atrás en la carrera para conseguir mercados mundiales.

El apartado siguiente desarrolla cada uno de estos tres puntos, con la explicación de la historia de las capacidades tecnológicas subyacentes tras el éxito de Apple.

Del Apple i al iPad: la mano muy visible del Estado

Desde el inicio, Jobs y Wozniak, en su esfuerzo por crear y desarrollar Apple, buscaron el apoyo de diversas fuentes de financiación pública y privada. Los dos creían en la visión que tenían en mente: podía capturarse un enorme valor a partir de las tecnologías disponibles, que sobre todo eran el resultado de los esfuerzos previos del Estado. Entre los primeros *business angels* y accionistas que invirtieron en su visión encontramos pioneros del capital riesgo y leyendas de Silicon Valley como Don Valentine, fundador de Sequoia; Arthur Rock, fundador de Arthur Rock & Company; Venrock, la filial de capital riesgo de la familia Rockefeller; y el veterano de Fairchild e Intel, Mike Markkula (Rao y Scaruffi, 2011). Además de las tecnologías que ayudarían a Apple a revolucionar la industria informática, el Gobierno también aportó a la empresa apoyo financiero para implementar sus ideas de negocio visionarias en la industria de los ordenadores. Antes de su oferta pública inicial de 1980, Apple obtuvo una inversión de capital de 500.000 dólares de la Continental Illinois Venture Corp. (CIVC), una sociedad de inversión especializada en pequeñas empresas autorizada por la Administración de Pequeñas Empresas (una

agencia federal creada en 1953) para invertir en empresas pequeñas (Slater, 1983; Audretsch, 1995).

Tal como he explicado brevemente en el capítulo 4, el surgimiento de los ordenadores personales fue posible gracias a los revolucionarios logros tecnológicos que consiguieron las diferentes asociaciones público-privadas creadas en gran medida por agencias gubernamentales y militares (Markusen *et al.*, 1991; Lazonick, 2008; Block, 2008; Breakthrough Institute, 2010). Cuando en 1976 se creó Apple para vender el ordenador personal Apple I, las tecnologías clave del producto se basaban en inversiones públicas realizadas en la industria informática durante las décadas de 1960 y 1970. La introducción del silicio durante este periodo revolucionó la industria de los semiconductores y marcó el inicio de una nueva época en que era posible suministrar ordenadores personales asequibles a unos mercados de consumidores mucho más amplios. Estas innovaciones fueron el resultado de la investigación llevada a cabo por asociaciones público-privadas en laboratorios como los de la DARPA, AT&T, Laboratorios Bell, Xerox PARC y Shockley and Fairchild, por nombrar algunos. Silicon Valley no tardó en convertirse en el «centro de innovación informática» de la nación y el clima resultante, estimulado y nutrido por el papel líder del Gobierno en la financiación y la investigación (tanto básica como aplicada), fue el que utilizaron los emprendedores innovadores y la industria privada en lo que muchos observadores han llamado la «fiebre del oro de internet de California» o la «fiebre del oro del silicio» (Kenney, 2003; Southwick, 1999).

Hay 12 tecnologías principales integradas dentro del iPod, el iPhone y el iPad que destacan como elementos que son o bien «facilitadores», o bien que diferencian estos productos de sus rivales en el mercado. Entre dichos elementos encontramos dispositivos como 1) microprocesadores o unidades centrales de procesamiento (CPU); 2) memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM); 3) dispositivos de almacenamiento de datos micro *hard* o discos duros rígidos (HDD); 4) pantallas de cristal líquido (LCD); 5) baterías de polímero de litio (Li-pol) y de ion de litio (Li-ion); 6) procesamiento digital de señales (DSP), basado en desarrollos de la transformada

rápida de Fourier (FFT); 7) internet; 8) el protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) y el lenguaje de marcas de hipertexto (HTML), y 9) la tecnología y las redes móviles. Todas ellas pueden considerarse las tecnologías centrales facilitadoras para productos como el iPod, iPhone y iPad. Por otro lado, 10) el sistema de posicionamiento global (GPS), 11) la navegación de la rueda clicable y las pantallas multitáctiles y 12) la inteligencia artificial con la interfaz mediante voz del usuario (es decir, la aplicación Siri de Apple) son elementos innovadores que han tenido un impacto drástico en las expectativas de los consumidores y las experiencias de los usuarios, aumentando aún más la popularidad y el éxito de estos productos. En los apartados siguientes se analizan de forma más detallada las tecnologías y las características centrales que Apple ha conseguido integrar de forma ingeniosa, inicialmente en el iPod y más tarde en el iPhone y el iPad.

Cómo la investigación financiada por el Estado hizo posible que Apple «inventara» el iPod

Poco después de introducir el iPod de primera generación en 2001, Apple empezó a crear oleadas de nuevos productos innovadores (por ejemplo, el iPhone y el iPad), que terminarían revolucionando toda la industria de entretenimiento móvil. El iPod, un nuevo dispositivo portátil, permitía a los consumidores almacenar centenares de canciones sin utilizar ningún tipo de cinta ni CD. A principios de la década de 2000, el nuevo aparato Apple estaba ganando popularidad entre los consumidores y desplazando del mercado a los aparatos portátiles como el Walkman y el Discman de Sony. Esta nueva aplicación de la tecnología de almacenamiento magnético ya existente permitió a Apple enfrentarse a un rival emblemático como Sony y, por último, ascender hasta lo más alto del mercado de la música y el entretenimiento (Adner, 2012). El éxito del iPod en conseguir una posición de mercado competitiva fue importante por dos aspectos principales: 1) el éxito prepararía el camino para el

regreso de Apple después de los años de crecimiento estancado, sino en declive, y 2) la popularidad de este nuevo producto sentaría el precedente para una familia de nuevos productos iOS innovadores de Apple. A pesar de que esto se sabe de sobra y se suele mencionar, el hecho de que gran parte del éxito de Apple se basa en tecnologías que se desarrollaron a través de investigación respaldada y financiada por el Gobierno es una historia que suele omitirse. Esta es la historia a la que ahora me referiré.

La magnetorresistencia gigante (GMR), el programa SPINTRONICS y los discos duros

Durante la ceremonia de entrega de los premios Nobel de 2007 tuvo lugar un infrecuente ejemplo de reconocimiento público del papel que desempeña la investigación tecnológica respaldada por el Estado en poner los cimientos para los productos de Apple. Los científicos europeos Albert Fert y Peter Grünberg fueron galardonados con el Premio Nobel de Física de 2007 por su trabajo en el desarrollo de magnetorresistencias gigantes (GMR). La GMR es un efecto mecánico cuántico observado en las estructuras de película fina, cuya principal aplicación han sido los sensores de campos magnéticos utilizados en discos duros rígidos (HDD) y otros dispositivos. En sus comentarios durante la ceremonia, Börje Johansson (2007), un miembro de la Real Academia de las Ciencias de Suecia, explicó lo que la invención de la GMR significaba para la sociedad atribuyendo la existencia del iPod a este gran logro científico.

La invención y la comercialización del micro *hard drive* son especialmente interesantes, ya que el proceso de desarrollo de la tecnología desde su origen hasta su forma actual ilustra el papel del Gobierno, no solo en el establecimiento de la ciencia básica para la innovación, sino también en el avance de las ideas abstractas hasta convertirse en productos manufacturados y viables desde el punto de vista comercial (McCray, 2009). Lo que empezó como dos

proyectos académicos independientes de investigación en física, apoyados y financiados por el Estado en Alemania y Francia, culminó en uno de los mayores logros tecnológicos de los últimos años, que se hizo merecedor del Premio Nobel. Después de este gran descubrimiento científico que lograron el doctor Fert y el doctor Grünberg, otros investigadores consiguieron expandir el tamaño del almacenamiento de datos en los discos duros rígidos convencionales durante las décadas de 1980 y 1990, y abrieron el camino para futuros avances en la investigación y la tecnología (Overbye, 2007).

A pesar de que este gran logro científico de las GMR se consiguió en Europa, el Gobierno de Estados Unidos desempeñó un papel decisivo tanto en la investigación básica como en la comercialización de esta tecnología. El laboratorio del doctor Grünberg estaba asociado con el Laboratorio Nacional Argonne (el mayor laboratorio de I+D del Departamento de Energía de Estados Unidos, situado en Illinois) y recibió un apoyo decisivo del Departamento de Energía (DoE) antes de su descubrimiento (DoE, 2007). A partir de estos desarrollos de la tecnología de los discos duros rígidos, empresas como IBM y Seagate no tardaron en actuar para convertir este nuevo conocimiento en productos comerciales de éxito (McCray, 2009). A pesar de los avances que se estaban produciendo en la industria de los discos duros en ese momento, se enfrentarían a unos retos competitivos similares a los que aparecieron en la industria de los semiconductores a finales de la década de 1980, que explicaré en el siguiente apartado sobre los dispositivos semiconductores.

En su estudio de 2009, McCray detalla cómo las misiones militares de la DARPA para crear y mantener un ecosistema de innovación, con el objetivo de producir tecnologías de defensa superiores, en tiempos de paz se convirtieron en una nueva misión para transformar estas inversiones previas en tecnologías que sostuvieran la competitividad económica. McCray (2009) explica cómo el Departamento de Defensa (DoD) inició el Programa de Reinversión Tecnológica (TRP) y asignó 800 millones de dólares para actualizar las capacidades tecnológicas existentes de la nación después de la Guerra Fría. A través del TRP, la DARPA eligió como objetivo aquellas

tecnologías de uso dual que podían beneficiar al ejército a la vez que producir tecnologías comercialmente viables, como por ejemplo SPINTRONICS.[4] McCray (2009) incide de manera especial en el incremento de los esfuerzos en la investigación científica y de las publicaciones que tuvo lugar en SPINTRONICS durante la década de 1990 con el apoyo de la DARPA . McCray (2009, p. 74) también argumenta que el papel que tuvo la DARPA en el avance de esta tecnología no fue «insignificante», por la sencilla razón de que el programa se inició durante la época en que la competencia japonesa en la electrónica estaba empujando a los gigantes informáticos como IBM y Laboratorios Bell a reducir su gasto en investigación básica.

La química del estado sólido y los semiconductores de silicio

Desde el lanzamiento del primer iPod, el primer gran nuevo producto de Apple ha evolucionado mucho y también ha inspirado el diseño de los futuros iPad y iPhone. Uno de los factores que han hecho posibles el iPod, el iPhone y el iPad es el uso de los pequeños microchips que permiten que dispositivos portátiles inteligentes procesen grandes cantidades de información y la pasen a través de su memoria en un instante virtual. Hoy en día, las unidades centrales de procesamiento dependen de circuitos integrados (IC), cuyo tamaño es considerablemente más pequeño aunque tienen una capacidad de memoria mucho mayor que los circuitos integrados que diseñaron Jack Kilby y Robert Noyce en la década de 1950. La invención de los nuevos IC de silicio llevó a desarrollos tecnológicos en varios campos de la electrónica. Los ordenadores personales (PC), la tecnología móvil, internet y la mayoría de los dispositivos electrónicos que se encuentran en el mercado hoy en día utilizan estos diminutos e inteligentes circuitos. Los contratos de las Fuerzas Aéreas de Estados Unidos y la NASA contribuyeron a la transición que llevaron a cabo los IC, de los Laboratorios Bell, Fairchild Semiconductor e Intel, a dispositivos como el iPhone y el iPad. Como

únicos consumidores de las primeras unidades de procesamiento basadas en este nuevo diseño de circuitos, los contratos de defensa ayudaron a financiar el desarrollo de la industria naciente de los microprocesadores y la introducción de equipos electrónicos y dispositivos complementarios, que eran inasequibles para los mercados comerciales normales. El programa del misil Minuteman II generó una demanda de microprocesadores a gran escala proveniente de las Fuerzas Aéreas de Estados Unidos. La misión Apolo de la NASA impulsó el avance tecnológico, ya que requería mejoras significativas en el proceso productivo de los microprocesadores, así como una mayor capacidad de memoria. A su vez, cada una de las agencias gubernamentales contribuyó a reducir de manera significativa los costes de los circuitos integrados en apenas unos años. [5]

A pesar de que fue en Estados Unidos donde se produjeron las primeras innovaciones en el campo de los semiconductores, a lo largo de la década de 1980 Japón desarrolló a mejor ritmo las capacidades de producción avanzadas y los productos dotados de una memoria competitiva. [6] El DoD tuvo en cuenta el significativo papel que desempeñaron los semiconductores en las tecnologías de defensa y consideró que esta industria era vital para sus capacidades militares y la seguridad nacional. Los crecientes temores de que los equipos de producción esenciales para la manufactura de estas tecnologías, que ahora son vitales para la defensa nacional, tuvieran que importarse de países como Japón impulsaron al DoD a actuar. El resultado fue la Iniciativa de Informática Estratégica (SCI), que asignó más de 1.000 millones de dólares a apoyar los esfuerzos de investigación en tecnología informática avanzada entre 1983 y 1993 (Roland y Shiman, 2002). Además, la producción de tecnologías altamente avanzadas, como los microprocesadores, tuvo significativas implicaciones económicas que requirieron esfuerzos de colaboración entre el Gobierno y la industria. El reconocimiento de la oportunidad única que proporcionaba la producción de semiconductores y el temor a las consecuencias de quedarse rezagado con respecto a los competidores que estaban surgiendo en esta industria, como por ejemplo Japón, llevó al Gobierno federal a

unir a los productores domésticos competitivos y a las universidades para crear una nueva asociación, el consorcio de Tecnología de Producción de Semiconductores (SEMATECH).

Esta decisión, que tenía por objetivo avanzar hacia una tecnología y capacidades de producción de semiconductores con base en Estados Unidos, formaba parte de una estrategia global para promover la competitividad económica y tecnológica estadounidense en el ámbito internacional. Organizar los esfuerzos colaborativos entre empresas de semiconductores a través de SEMATECH fue un reto para el Gobierno. Para hacer que esta asociación resultara más atractiva, el Gobierno de Estados Unidos subsidió la I+D de SEMATECH con 100 millones de dólares anuales. Con el tiempo, los miembros del consorcio terminaron por reconocer los beneficios de la asociación de I+D promovida por SEMATECH. Los amplios esfuerzos para compartir conocimiento que se produjeron entre los miembros de SEMATECH les ayudaron a evitar duplicidades en la investigación, y esto se tradujo en que se gastó menos en I+D. El hecho de que los microprocesadores y los chips de memoria de hoy en día tengan prestaciones avanzadas y sean asequibles es en gran medida el resultado de años de intervención y supervisión del Gobierno (Irwin y Klenow, 1996).

Del sensor capacitivo a la rueda clicable

Como pionero de los ordenadores personales, Steve Jobs se impuso una segunda misión: volver a revolucionarlos. Su visión para Apple consistía en preparar a la empresa para la era posinformática, en lo que él concibió y a menudo mencionó en sus entrevistas y apariciones en los medios como la nueva era de la relación entre consumidor y ordenador. Durante una entrevista en la conferencia D8 de 2010, Steve Jobs explicó su visión sobre el futuro de la informática utilizando la analogía de la rápida urbanización y sus efectos sobre el cambio en las visiones de los consumidores y las necesidades de transporte (Jobs, 2010). Durante su discurso, Jobs

redefinió la estrategia global de Apple: se trataba de construir una familia de productos alrededor del concepto de las necesidades informáticas fragmentadas por diferentes usos. Jobs a menudo mostraba su confianza en las tecnologías de procesamiento de datos que habían permitido a Apple crear dispositivos portátiles compactos. Estas tecnologías de procesamiento condujeron a los productos portátiles iOS que al final sustituyeron a los ordenadores de mesa. Para hacerlo, Apple empezó a trabajar en la construcción de una periferia de dispositivos portátiles iOS, con el Mac convertido en el «núcleo digital» que integraría a toda la familia de productos (Walker, 2003).

A pesar de su firme oposición a las tabletas en las décadas de 1980 y 1990, después de su regreso a Apple a finales de esta última década, Jobs decidió que era el momento apropiado para centrarse de nuevo en ellas. Tras este cambio de visión subyacía el progreso significativo de la tecnología de los semiconductores, las baterías y las pantallas. No obstante, seguía siendo un reto dada la inexistencia de una tecnología sofisticada capaz de sustituir el *lápiz óptico* de la tableta, un elemento que a Jobs siempre le había desagradado y al que consideraba un inconveniente (Isaacson, 2011, p. 490). El surgimiento de aplicaciones más sofisticadas, como los sistemas de *scroll* de inercia, de movimiento digital y de reconocimiento de gestos para pantallas táctiles le ofreció a Jobs y a su equipo la posibilidad de avanzar (e ir mucho más allá del lápiz óptico). Jobs y su equipo reunieron así a expertos que pudieran integrar estas nuevas tecnologías. Entre los resultados finales estaban la eliminación de botones y ratones de bola de los dispositivos, el desarrollo de nuevos sistemas de navegación y las técnicas de *input* en pantallas táctiles.[\[Z\]](#)

La rueda clicable del iPod, que permitía a los usuarios navegar con rapidez por su biblioteca de música, era parte del primer intento de Apple de desarrollar elementos táctiles que se movieran con el dedo. Además del micro *hard drive* para almacenar grabaciones digitales intensivas en el uso de memoria, la rueda clicable, que se movía con el dedo, también diferenció al iPod de casi todos los demás reproductores de música portátiles disponibles. A pesar de que la

aplicación del movimiento digital era algo nuevo en ese momento, la tecnología detrás de este elemento había estado disponible durante décadas. La rueda clicable se benefició de forma significativa de la tecnología de los *sensores capacitivos*, aplicada con profusión en el diseño de otros productos.[\[8\]](#) De hecho, la rueda clicable no era el único elemento de los productos de Apple que se beneficiaba de los sensores capacitivos. La *pantalla multitáctil* del iPod Touch, el iPhone y el iPad también utiliza los mismos principios del movimiento operado por el dedo (o dedos) en una pantalla de cristal.

E. A. Johnson, considerado el inventor de las pantallas táctiles capacitivas, publicó sus primeros estudios en la década de 1960 mientras estaba trabajando en la Fundación Real de Radares (RRE), una agencia gubernamental dedicada a la I+D en tecnologías relacionadas con la defensa (Buxton, 2012). Uno de los primeros desarrollos notables de las pantallas táctiles se produjo en la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN) gracias al trabajo de Bent Stumpe y su colega Frank Beck en 1973 (CERN, 2010). La invención de Samuel Hurst de las pantallas táctiles resistivas fue otro importante logro. La invención de Hurst se produjo justo después de que dejara el Laboratorio Nacional Oak Ridge (el laboratorio nacional de investigación de Tennessee creado en 1943 donde se llevaron a cabo el Proyecto Manhattan y el primer reactor nuclear funcional) durante dos años para enseñar en la Universidad de Kentucky. Mientras estaban en dicha universidad, Hurst y sus colegas desarrollaron las primeras pantallas táctiles resistivas. Después de su regreso a Oak Ridge, crearon una nueva empresa en 1971 para comercializar la nueva tecnología y produjeron la primera versión que funcionaba en 1983 (Brown *et al.*, *s. f.*). *Los trabajos iniciales en las pantallas táctiles durante las décadas de 1970 y 1980*, como los que desarrollaron Johnson, Stumpe, Hurst y otros, continuaron en diferentes laboratorios públicos y privados, creando la base de las actuales aplicaciones multitáctiles (Buxton, 2012). Entre otros factores, pasar de los teclados táctiles con funcionalidad limitada a las pantallas multitáctiles fue un gran salto adelante para Apple en la carrera de los smartphones. Con todos estos avances tecnológicos que ha

explotado, Apple ha contribuido no solo a redefinir desde dentro los mercados en los que compete, sino que además ha trazado diferentes sendas del crecimiento.

EL NACIMIENTO DE LOS HERMANOS DEL IPOD: EL IPHONE Y EL IPAD

La nueva visión de Apple incluía redefiniciones radicales de los productos de consumo convencionales y fue un gran éxito. El lanzamiento del iPod generó más de 22.000 millones en ingresos para Apple. Fue el producto global más importante para la empresa hasta que se lanzó el iPhone en 2007. La combinación de un diseño estético, la ingeniería del sistema y la experiencia para el usuario, junto con un marketing fantástico, ayudó a Apple a penetrar y capturar rápidamente cuota en diferentes mercados de electrónica de consumo. La nueva generación de iPods, iPhones e iPads de Apple se creó con la premisa de que podían inventarse nuevas necesidades y preferencias de los consumidores mediante la hibridación de tecnologías existentes desarrolladas gracias a décadas de apoyo gubernamental. Como pionero de la revolución de los smartphones, Apple fue protagonista a la hora de integrar la comunicación móvil, los ordenadores portátiles y las tecnologías digitales del ocio en un único dispositivo. El icónico iPhone cambió de manera drástica las expectativas de los consumidores sobre lo que puede hacer un teléfono móvil. Con el lanzamiento del iPad, Apple transformó la industria de los dispositivos portátiles, que habían dominado durante décadas los ordenadores portátiles, los ordenadores ultraportátiles y otros dispositivos. Al ofrecer un dispositivo portátil más delgado, equipado con una gran pantalla táctil y un teclado virtual, con un navegador de internet sólido y capacidades multitécnicas, junto con una amplia compatibilidad con otros productos y aplicaciones de Apple, el iPad prácticamente creó un nuevo nicho de mercado y lo capturó al mismo tiempo. En menos de una década, Apple consiguió dominar la industria de la electrónica de consumo, una prueba del ingenio de la empresa en el

diseño de productos y marketing orientados a los consumidores, así como de sus capacidades organizativas para gestionar complejas «integraciones de sistemas» (Lazonick, 2011).

De la rueda clicable a las pantallas multitáctiles

El desarrollo de pantallas táctiles que reconocen gestos multitáctiles fue una de las tecnologías integradas en los dispositivos de Apple más importantes y fue crucial para el lanzamiento con éxito de dispositivos portátiles de bolsillo como el iPod. La tecnología permitía la interacción entre humano y ordenador a través de una nueva interfaz en la que los dedos navegaban por la superficie de cristal de la pantalla LCD de los dispositivos portátiles. Al igual que sucedía con las ruedas clicables, la tecnología que había detrás de esta revolucionaria interfaz de los dispositivos electrónicos se basaba en investigación básica y aplicada previa, que había estado apoyada por el Estado. Durante la década de 1990, diversos fabricantes de ordenadores, incluido Apple, incorporaron la tecnología de las pantallas multitáctiles a sus productos, pero la mayoría de las tecnologías multitáctiles disponibles en ese momento solo eran capaces de dar respuesta a un único movimiento. [9] Wayne Westerman y John Elias, de la Universidad de Delaware (Westerman, 1999), desarrollaron el desplazamiento y los gestos multitáctiles.

Wayne Westerman fue un estudiante de doctorado que, bajo la supervisión del profesor John Elias, estudió los sistemas neuromórficos en la Universidad de Delaware (que recibe fondos del Estado), con financiación de la NSF y el programa de becas de investigación postdoctorales de la Agencia Central de Inteligencia y la Dirección de Inteligencia Central (CIA/DCI). Después de que Westerman terminara el doctorado, junto con Elias crearon la empresa FingerWorks y comercializaron esta tecnología. Su nuevo producto, llamado «iGesture Numpad», permitía que los usuarios de los ordenadores entraran un *input* aplicando una presión con «cero fuerza» sobre una pantalla electrónica, sin ninguna necesidad de

dispositivos adicionales, tales como el teclado o el ratón. La base científica subyacente y la solicitud de patente de este sistema de movimiento con el dedo e identificación de gestos se construyeron a partir de los estudios previos sobre los *sensores capacitivos* y las tecnologías de las *pantallas táctiles*. Apple, que estaba interesada en desarrollar el potencial de navegación multitáctil sobre una pantalla LCD para la nueva generación de productos iOS, no tardó en advertir el éxito de FingerWorks en su intento de convertir la investigación previa sobre pantallas táctiles en un producto comercial. Apple adquirió FingerWorks en 2005, antes del lanzamiento de la primera generación de iPods en 2007, y hoy en día esta tecnología es el núcleo de las codiciadas pantallas multitáctiles de los productos iOS de Apple. Por tanto, Westerman y Elias, financiados por agencias gubernamentales, produjeron una tecnología que ha revolucionado la industria multimillonaria de los dispositivos electrónicos móviles. La exhaustiva cartera de propiedad intelectual de Apple se benefició, una vez más, de una tecnología que en un primer momento había sido financiada por el Estado.

Internet y HTTP/HTML

A pesar de que el iPhone es aparentemente un aparato «guay» por sus elementos de tecnología de vanguardia y sus componentes de *hardware*, lo que hace «inteligente» a este teléfono es su capacidad para conectar a los usuarios del teléfono al mundo virtual en cualquier momento. Con su aplicación de inteligencia virtual, llamada Siri, el iPhone parece intentar ser más inteligente que sus usuarios. Después de remplazar los teclados de los auriculares estándares por las pantallas táctiles, Siri es el intento de Apple de transformar la entrada de *input* y las interfaces de navegación. A medida que el smartphone de Apple sigue evolucionando para convertirse en un aparato cada vez más inteligente, es importante reconocer y valorar las capacidades tecnológicas y de ingenio necesarias y subyacentes que han conectado de forma innovadora a este dispositivo

vanguardista. Si el *hardware*, el *software*, la memoria y el procesador fueran el cuerpo, el alma y el cerebro de un ordenador, ¿qué representarían internet, el HTTP o el HTML para cualquier ordenador o dispositivo inteligente? O, dicho de otro modo, ¿para qué servirían un ordenador o un dispositivo inteligente sin internet o sin la capacidad de comunicación móvil? Las respuestas a estas preguntas nos pueden ayudar a entender el valor de las capacidades de trabajo en red de los dispositivos inteligentes. Pero, aún más importante, pueden ayudarnos a entender el valor de los esfuerzos del Gobierno para apoyar el proceso de invención y desarrollo de la tecnología móvil, internet y los satélites.

Durante la Guerra Fría, las autoridades de Estados Unidos estaban preocupadas por los posibles ataques nucleares y cuál sería la situación de las redes de comunicación después de ellos. Paul Baran, un investigador del proyecto RAND —Research and Development, una organización que tenía sus orígenes en el proyecto para «la investigación y el desarrollo»— de las Fuerzas Aéreas de Estados Unidos, recomendó como solución una red de estaciones de comunicaciones distribuidas por el territorio, como modelo opuesto a unas instalaciones de conmutación centralizadas. Con un sistema de comunicaciones descentralizado, el sistema de comando y de red sobreviviría durante y después de posibles ataques nucleares (Research and Development, 2011). [\[10\]](#) Los retos tecnológicos para diseñar esta red se superaron gracias a los diversos equipos reunidos por la DARPA para trabajar en las estaciones de interconexión y la transmisión de información. A pesar de que la DARPA contactó con AT&T e IBM para crear esta red, ambas empresas declinaron la oferta, pues creían que este proyecto era una amenaza para sus negocios. Con la ayuda de la empresa estatal British Post Office, la DARPA conectó con éxito diversas estaciones, de la Costa Oeste a la Costa Este (Abbate, 1999). Desde la década de 1970 hasta la de 1990, la DARPA financió el protocolo de comunicaciones (TCP/IP), el sistema operativo UNIX y los programas de e-mail que necesitaba el sistema de comunicaciones, mientras que la NSF inició el desarrollo de las primeras redes digitales de alta velocidad de Estados Unidos (Kenney, 2003).

Mientras tanto, a finales de la década de 1980, el científico británico Tim Berners-Lee desarrolló el lenguaje de marcas de hipertexto (HTML), el localizador de recursos uniforme (URL) y el protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) (Wright, 1997). Berners-Lee, con la ayuda de otro científico informático llamado Robert Cailliau, desarrolló con éxito el primer HTTP para los ordenadores instalados en el CERN. El manifiesto de Berners-Lee y Cailliau de 1989 en el que explicaban la construcción de la World Wide Web terminó convirtiéndose en el estándar internacional para conectar a todos los ordenadores del mundo. La financiación pública desempeñó un papel significativo en el desarrollo de internet, desde su concepción hasta su aplicación a nivel mundial. Internet es ahora, en muchos sentidos, una tecnología básica que ha afectado el curso de la historia mundial al permitir a los usuarios de todo el planeta compartir conocimiento y comerciar utilizando sus ordenadores y los populares aparatos inteligentes como el iPhone, el iPod o el iPad.

GPS y Siri

Otra tecnología integrada al iPod, el iPhone o el iPad es el GPS. El GPS fue un intento del DoD de digitalizar la posición geográfica a nivel mundial, con el objetivo de mejorar la coordinación y la precisión de los despliegues militares (Breakthrough Institute, 2010). Lo que en la década de 1970 era una tecnología de uso estrictamente militar, hoy en día está ampliamente disponible para diversos usos civiles. De hecho, el uso civil del GPS no tardó en superar la utilización militar, después de su lanzamiento para aplicaciones públicas a mediados de la década de 1990. Aun así, incluso en la actualidad, las Fuerzas Aéreas de Estados Unidos están al frente del desarrollo y del mantenimiento del sistema, que le cuesta al Gobierno una media de 705 millones de dólares anuales. [\[11\]](#) Un usuario del iPhone puede buscar un restaurante o una dirección cercana utilizando el sistema NAVSTAR GPS, que está formado por una constelación de 24 satélites que proporcionan

datos globales de navegación y tiempo a sus usuarios. Ni esta tecnología ni la infraestructura del sistema habrían sido posibles si el Gobierno no hubiera tomado la iniciativa y hubiera asumido el compromiso financiero necesario para crear este sistema altamente complejo.

El último elemento del iPhone de Apple es un asistente personal virtual conocido como Siri. Igual que muchas de las otras innovaciones tecnológicas clave de los productos iOS de Apple, Siri tiene sus orígenes en la financiación y la investigación federales. Siri es un programa de inteligencia artificial que consiste en un aprendizaje automático, un procesamiento de lenguajes naturales y un algoritmo de búsqueda en la red (Roush, 2010). En el año 2000, la DARPA solicitó al Instituto de Investigación de Stanford (SRI) que liderara un proyecto para desarrollar una especie de «asistente virtual» para ayudar al personal militar. El SRI se encargó de la coordinación del proyecto Asistente Cognitivo que Ayuda y Organiza (CALO), que reunía a veinte universidades de todo Estados Unidos que colaboraban para desarrollar la base tecnológica necesaria. Cuando se lanzó el iPhone en 2007, el SRI identificó la oportunidad para que CALO se convirtiera en una aplicación para smartphones y entonces comercializó la tecnología creando ese mismo año Siri, una *start-up* financiada con capital riesgo. En el año 2010, Apple adquirió Siri por una cantidad que ambas partes decidieron no revelar.

Cuando se lanzó el iPhone, tanto el cambio del estándar de la industria (que pasó del teclado al teclado táctil) como la inclusión de la navegación GPS se consideraron unos logros significativos. Un segundo elemento que cambió las reglas del juego para los productores de telefonía móvil, reproductores y tabletas fue la introducción de las pantallas multitáctiles y el reconocimiento de gestos. Con Siri, Apple introdujo otra idea radical para los mecanismos de *input* de los dispositivos que se ha integrado en diversos elementos y aplicaciones iOS. La introducción de Siri ha empezado una nueva ronda de redefinición de los estándares de interacción entre humano y ordenador, y crea nuevas formas de interacción entre el usuario y la máquina. Steve Jobs reconocía a menudo el potencial de la inteligencia artificial y manifestaba su

interés por el futuro de esta tecnología. Durante su entrevista de 2010 con Walt Mossberg y Kara Swisher (2010) en la conferencia D8 de California, Jobs compartió su emoción por la reciente adquisición de Siri por parte de Apple y habló del gran potencial que ofrecía la tecnología. Una vez más, Apple estaba a punto de construir el futuro de la industria de la información y las comunicaciones basándose en ideas y tecnologías radicalmente complejas, concebidas y promovidas con suma paciencia por el Gobierno.

Batería, pantalla y otras tecnologías

La historia de las pantallas LCD comparte grandes similitudes con las del disco duro rígido, el microprocesador y el chip de memoria (entre otras grandes tecnologías), que surgieron durante la era de la Guerra Fría: tienen su origen en la necesidad del Gobierno de Estados Unidos de reforzar sus capacidades tecnológicas como asunto de seguridad nacional. Al DoD le preocupaba la creciente competencia de la pantalla plana (FPD) de la industria japonesa, ya que se consideraba que la demanda militar futura de tecnología de Estados Unidos no podía satisfacerse únicamente con proveedores japoneses. Dada esta determinación, el DoD empezó a desarrollar diversos programas dedicados a reforzar la competitividad de la industria, entre ellos la formación de un consorcio industrial y el despliegue de nuevos recursos para mejorar las capacidades productivas y los productos comerciales.

El mayor logro en la tecnología LCD llegó durante la década de 1970, momento en que se desarrolló el transistor de películas finas (TFT) en el laboratorio de Westinghouse, bajo la dirección de Peter Brody. La investigación llevada a cabo en Westinghouse estaba casi enteramente financiada por el ejército de Estados Unidos (Hart y Borrus, 1992). Sin embargo, cuando la dirección de Westinghouse decidió suspender la investigación, Brody buscó posibilidades alternativas de financiación en otra parte, con la esperanza de comercializar su tecnología de forma independiente. Mientras atraía

contratos para incrementar la producción de pantallas TFT, Brody contactó con algunas de las principales empresas de informática y electrónica, entre ellas a Apple y otras como Xerox, 3M, IBM, DEC y Compaq. Todas estas grandes empresas privadas rechazaron la oferta de Brody, sobre todo porque dudaban de su capacidad para construir las instalaciones de producción necesarias para que este producto tuviera un precio competitivo en comparación con los homólogos japoneses (Florida y Browdy, 1991, p. 51). En 1988, después de firmar un contrato de 7,8 millones de dólares con la DARPA, Brody creó Magnascreen para desarrollar la tecnología TFT-LCD. Este avance en la tecnología LCD se convirtió en la base de una nueva generación de pantallas para los dispositivos electrónicos portátiles como los microordenadores o los teléfonos.

Florida y Browdy afirman que esta pauta de incapacidad de los actores privados para construir o mantener las capacidades de producción en diversos campos de la alta tecnología plantea un problema más amplio para el sistema de innovación de la nación:

La pérdida de esta tecnología de pantallas [TFT-LCD] revela una debilidad fundamental del sistema de alta tecnología de Estados Unidos. Nuestras grandes corporaciones no solo no tuvieron la visión y la persistencia necesarias para convertir esta innovación en un producto comercializable, sino que además los capitalistas de riesgo, quienes han hecho posibles industrias de alta tecnología como los semiconductores y los ordenadores personales, también fracasaron. Ni las empresas grandes ni las pequeñas fueron capaces de unir una deslumbrante innovación con la fuerza necesaria para la producción comercial. (1991, p. 43).

En un intento de retener la fabricación del TFT-LCD en Estados Unidos, los principales productores de pantallas crearon el Consorcio de Investigación de los Productores de Pantallas Avanzadas de América (ADMARC), con una financiación inicial proveniente del Programa de Tecnología Avanzada del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) (Florida y Browdy, 1991). La industria también recibió ayuda adicional del Gobierno de Estados Unidos en forma de impuestos *antidumping* (al mismo tiempo que insistía en tomar posiciones en la línea de la «libre competencia»), así como fondos y contratos proporcionados por las diversas agencias militares o civiles que apoyaron muchas *start-ups* de

Estados Unidos como parte de un esfuerzo para desarrollar las capacidades productivas del TFT-LCD durante la década de 1990 (OTA, 1995).

La batería de ion de litio es otro ejemplo de tecnología inventada en Estados Unidos pero perfeccionada y producida en grandes cantidades en Japón. John B. Goodenough, quien dirigió la investigación inicial en la tecnología de las baterías de ion de litio, recibió su principal apoyo financiero del DoE y de la NSF a finales de la década de 1980 (Henderson, 2004; OSTI, 2009). Uno de los gigantes japoneses de la electrónica, Sony, comercializó y lanzó en 1991 algunos de los grandes logros científicos obtenidos por la Universidad de Texas en Austin. En un documento de trabajo para el NIST, Ralph J. Brodd (2005) identificó los problemas del modelo de innovación de la industria de las baterías avanzadas, que eran parecidos a los problemas de la industria del TFT-LCD. Otro gran logro científico se desvanecía sin que se capturase un mayor valor en forma de un nivel de producción elevado llevado a cabo en Estados Unidos. El estudio de Brodd identifica los factores que dificultaron la producción de baterías de ion de litio en Estados Unidos, y pone un particular énfasis en el enfoque cortoplacista de las empresas y capitalistas de riesgo de Estados Unidos. Brodd (2005, p. 22) afirma que su cortoplacismo consistía en conseguir beneficios financieros rápidos (en comparación con sus competidores japoneses, que se centraban en maximizar la cuota de mercado a largo plazo), lo que a menudo desincentiva la creación de las capacidades productivas internas y fomenta la opción de la deslocalización de la producción.

La ausencia de una tecnología de baterías que cubriera las necesidades de capacidad de almacenaje de los cada vez más potentes dispositivos electrónicos planteó uno de los mayores retos a los que se ha enfrentado la industria de la electrónica después de la revolución en los semiconductores. La invención de la tecnología del ion de litio permitía que los dispositivos portátiles fueran mucho más delgados y ligeros, ya que aumentaba la capacidad de la batería con relación al tamaño. Una vez más, el Gobierno federal dio un paso adelante para ayudar a las empresas de baterías más pequeñas

a través de una variedad de agencias y programas, que invirtieron en la industria en un esfuerzo de desarrollar las capacidades productivas necesarias (Brodd, 2005), y no solo para los dispositivos electrónicos, sino de forma igual o incluso más importante para los vehículos eléctricos de «cero emisiones». El Gobierno de Estados Unidos se ha implicado de manera activa con la industria energética durante décadas, como parte de un esfuerzo más amplio para afrontar las necesidades económicas y sociales, aspecto que examinamos en profundidad en los capítulos 6 y 7.

Los productos de vanguardia iOS son dispositivos electrónicos altamente complejos. A pesar de las diferencias fundamentales en su uso, cada uno de ellos dispone de numerosas tecnologías que a menudo están presentes en todos los demás. La tecnología móvil está disponible en la mayoría de los dispositivos de Apple, con la excepción de los reproductores iPod. La tecnología de comunicación móvil recibió un enorme apoyo del Gobierno durante sus inicios. El informe del Breakthrough Institute (2010, p. 5) examina el papel del ejército de Estados Unidos en el avance de la tecnología de radiotelefonía en el siglo xx. El Departamento de Política Científica y Tecnológica (OSTP, 2006, p. 8) también documenta el papel del apoyo del Estado en la tecnología de procesamiento digital de señales (DSP), que surgió durante la década de 1980 después de avances científicos en la aplicación de la transformada rápida de Fourier (FDT). Este nuevo enfoque del procesamiento de señales permitió el procesamiento en tiempo real de archivos grandes de audio o multimedia, que puede mejorar la calidad de su reproducción. El DSP se considera un elemento fundamental en los productos iOS con una función de reproductor (Delvin, 2002).

¿«ELIGIÓ» EL GOBIERNO DE ESTADOS UNIDOS EL IPOD?

En un documento de 2006 sobre política, en el que el presidente George W. Bush exponía la estrategia de innovación de la nación, se relacionaban los diferentes componentes de las tecnologías que

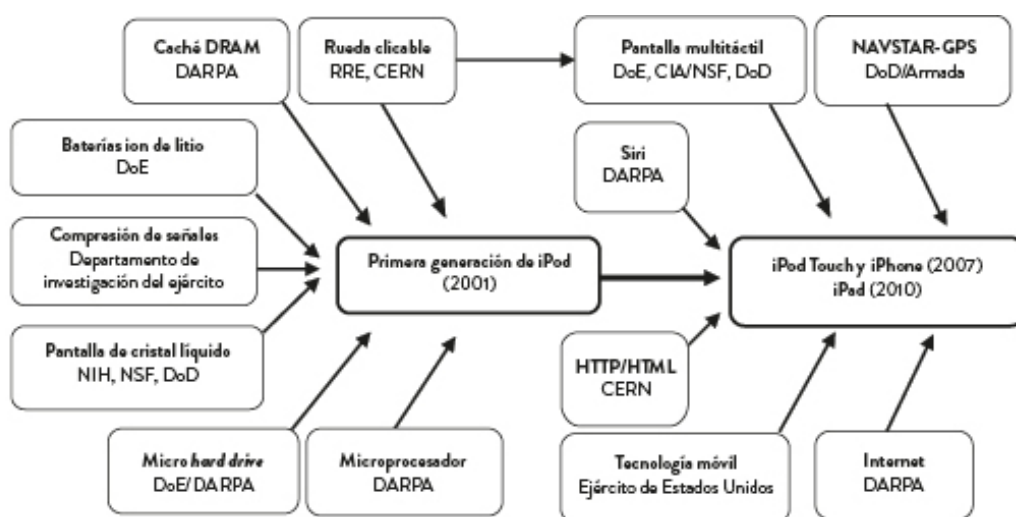
podían encontrarse en la primera generación de iPods con su orígenes en la investigación básica y aplicada financiada por los ingresos fiscales del Gobierno de Estados Unidos (OSTP, 2006). A pesar de que no proporciona ni un contexto sustancial ni las cifras exactas, el informe incluye un diagrama que ilustra los orígenes de las tecnologías de los componentes del iPod, tales como el disco duro rígido, las baterías de ion de litio, las pantallas LCD, el caché DRAM o el procesamiento de señales. El gráfico 13 expande el diagrama del OSTP con un esquema de los componentes tecnológicos que se han incluido en los productos posteriores de Apple, como el iPod Touch, el iPhone y el iPad.

PROMOVER UN SECTOR AUTÓCTONO

Además de los esfuerzos gubernamentales para alimentar la base científica y promover la innovación en Estados Unidos, el Gobierno estadounidense también ha desempeñado un papel clave en la protección de la «propiedad» intelectual de empresas como Apple, así como en garantizar que se proteja ante otras violaciones de los derechos comerciales. El Gobierno federal ha luchado de manera activa en favor de empresas como Apple, para asegurarles el acceso a los mercados de consumo globales, y es un socio fundamental para que estas empresas creen y mantengan su ventaja competitiva global (Prestowitz, 2012). A pesar de que las corporaciones establecidas en Estados Unidos se definen a sí mismas como entidades transnacionales cuya existencia trasciende las fronteras políticas, Washington es el primer lugar al que suelen acudir cuando aparecen conflictos en el mercado global. El acceso a los mercados extranjeros protegidos por restricciones comerciales solo ha sido posible gracias a que el Gobierno de Estados Unidos ha actuado como patrocinador y ha asumido el liderazgo. Por ejemplo, en la década de 1980 Apple tuvo problemas para entrar en el mercado japonés. La empresa solicitó asistencia al Gobierno arguyendo que estaba obligado a ayudar a la empresa a abrir el mercado japonés a los productos estadounidenses atrayendo el interés del Gobierno

japonés (Lyons, 2012). Cuando la competencia global sin restricciones les ha tocado la fibra sensible, las empresas como Apple han recibido el apoyo gubernamental para garantizar que las leyes de propiedad intelectual se aplicaran de manera cuidadosa en todo el mundo. La protección añadida que las autoridades locales y federales han creado para Apple sigue proporcionándoles una forma de subsidio, que permite a la empresa continuar innovando.

GRÁFICO 13. ORIGEN DE LOS PRODUCTOS POPULARES DE APPLE



FUENTE: elaboración propia a partir del diagrama del Departamento de Política Científica y Tecnológica de Estados Unidos (OSTP) «Impact on Basic Research on Innovation», que ilustra los beneficios de la investigación básica para la innovación (2006, p. 8).

Además, el Gobierno de Estados Unidos ha proporcionado otros tipos de apoyo fiscal y a través de contratos de compra, que han beneficiado en gran medida a empresas estadounidenses como Apple. Según un documento del Departamento de Hacienda, las empresas (incluida Apple) han solicitado un total de 8.300 millones en desgravaciones fiscales por investigación y experimentación en 2008 (OTP, 2011). De manera adicional, California ofrece generosos incentivos fiscales a la I+D, cuyas principales solicitantes son las empresas informáticas y electrónicas (Ibele, 2003).^[12] Según consta, desde 1996 Apple ha solicitado 412 millones de dólares en

desgravaciones fiscales a la I+D de todo tipo (Duhigg y Kocieniewski, 2012).

Las políticas de compras del Gobierno han apoyado a Apple en diversas etapas, lo que ha hecho posible que la empresa sobreviviera en momentos de feroz competencia. Las escuelas públicas de Estados Unidos han sido clientes leales de Apple, a la que le han comprado ordenadores y programas todos los años desde la década de 1990. [13] Klooster (2009) afirma que las escuelas públicas eran un mercado decisivo para Apple en la época en que la empresa se tambaleaba entre los fracasos del Apple III y del Lisa a finales de la década de 1980. Las disposiciones de la Ley de Reinversión y Recuperación de Estados Unidos (ARRA) de 2009 (de después de la crisis) incluían incentivos para las empresas de informática y electrónica del país. Por ejemplo, entre otros incentivos, a través de un pequeño cambio en el alcance de los planes 529 del IRS, se definían las compras de «tecnología y equipamiento informático» como gasto educativo cualificado, algo que se espera que estimule las ventas de ordenadores, tabletas y programas de Apple. [14]

En resumen, «encontrar aquello que uno ama» y hacerlo siendo «alocado» es mucho más fácil en un país en el que el Estado tiene una participación decisiva en el desarrollo de tecnologías de alto riesgo, en la realización de las inversiones iniciales, elevadas y también de alto riesgo, y en su sostenimiento hasta una etapa posterior, cuando aparecen los actores privados para «jugar y pasarlo bien». Por tanto, a pesar de que los gurús del «libre mercado» siguen alertando del peligro de que el Estado «tome las decisiones», puede afirmarse que determinadas políticas del Gobierno de Estados Unidos pusieron los cimientos que le han proporcionado a Apple las herramientas necesarias para convertirse en uno de los principales actores de una de las industrias de alta tecnología hasta ahora más dinámicas del siglo XXI. Sin la frecuente inversión e intervención del Gobierno de Estados Unidos enfocadas a ciertos objetivos, es probable que la mayoría de los aspirantes a «Apple» hubieran terminado siendo perdedores en la carrera global

para dominar la era de la informática y las comunicaciones. No hay que menospreciar el éxito organizativo de la empresa en integrar tecnologías complejas en dispositivos atractivos y fáciles de utilizar, junto con un poderoso *software*; sin embargo, no cabe duda de que la mayoría de las mejores tecnologías de Apple existen gracias a los esfuerzos colectivos y acumulativos promovidos por el Estado, que se hicieron en un entorno de incertidumbre y a menudo a favor, si no de la seguridad nacional, de la competitividad económica.

En el capítulo 8 volveré a Apple para preguntar qué recibe el Estado a cambio de las inversiones arriesgadas y emprendedoras que hizo tanto en Apple como en las tecnologías «revolucionarias» que consiguieron que el iPhone fuera tan «inteligente». Como veremos, esta es quizá la pregunta más importante que deberían hacerse a sí mismos los políticos en el siglo XXI, ya que por un lado queremos un Estado «activo», con valor para liderar la próxima «revolución tecnológica verde», mientras que por el otro el Estado se ve obligado a crear esta revolución con presupuestos limitados y presiones para aplicar medidas de austeridad. Encontrar una solución a este «nexo riesgo-beneficio» será la clave a este dilema.

6

EJECUTAR FRENTE A ALENTAR LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL VERDE

Los primeros días en ARPA-E fueron una locura. Los primeros dos empleados tuvieron que abrir la primera convocatoria de solicitud de subvenciones y se vieron inundados con 3.700 solicitudes para las primeras 37 becas, hecho que colapsó el sistema informático federal. Atrajeron a un equipo de cerebritos absurdamente sobrecualificados: un experto en termodinámica de Intel, un profesor de ingeniería eléctrica del MIT, y un capitalista de riesgo del sector de la tecnología limpia, que además había dado clases en el MIT. El director, Arun Majumdar, había dirigido el Instituto de Nanotecnología de Berkeley. Su sustituto, Eric Toone, era empresario y profesor de bioquímica en Duke. A Arun le gustaba decir que eran una pandilla de amigos; a mí me gusta pensar que era un Proyecto Manhattan de 400 millones de dólares insertado en un programa de estímulo de 800.000 millones de dólares.

MICHAEL GRUNWALD (en Andersen, 2012)

El éxito de Apple nos ayuda a ilustrar cómo la revolución de las tecnologías de la información y las comunicaciones nació como resultado de las inversiones del Estado, que crearon una nueva infraestructura global de alta tecnología y muchas de las tecnologías clave que llevarían a empresas como Apple al éxito. Por el contrario, la «revolución industrial verde», que se está ejecutando en todo el planeta gracias a los esfuerzos del Estado, debería considerarse como un intento de transformar una de las infraestructuras más importantes que existen: la de la energía. Los enormes costes hundidos de esta última requieren no solo el apoyo a las nuevas

tecnologías y empresas innovadoras, sino también apoyo sostenido a los mercados en los que compiten estas tecnologías (Hopkins y Lazonick, 2012).

No podemos condicionar la emergencia de nuevas empresas o tecnologías «verdes» innovadoras, ni transformar los mercados energéticos sin políticas dirigidas tanto a la demanda como a la oferta, puesto que este tipo de políticas configura tanto la estructura como el funcionamiento de los mercados o la inversión de las empresas que intentan entrar o crecer en los sectores de la tecnología verde. En términos generales, las políticas de demanda consisten en regulaciones ambientales que generan un impacto en las pautas de consumo de energía. Las políticas de oferta se centran en cómo se genera y se distribuye la energía, e influyen tanto en la innovación en tecnologías energéticas como en su rápida adopción. Ambos tipos de políticas son decisivos, puesto que las de demanda pueden ayudar a establecer una dirección tecnológica (¿para qué sirve la tecnología?) y a apoyar soluciones (baja emisión de carbono o cero emisión de carbono y renovables). Entre los ejemplos de políticas de demanda encontramos las normas de la cartera de renovables, los objetivos de reducción de gases de efecto invernadero, los objetivos de intensidad energética (una medida del uso de energía por unidad de PIB), nuevas normas de construcción o incluso un «impuesto sobre el carbono». Cada una de estas medidas está orientada a las pautas de consumo de energía y establece una exigencia respecto a la reducción de la contaminación, el incremento de la energía limpia o la mejora de la eficiencia energética del sistema. Las políticas de oferta pueden incluir desgravaciones fiscales, subsidios, préstamos, subvenciones u otros beneficios monetarios para las tecnologías energéticas específicas, esquemas de precios energéticos favorables (por ejemplo a través de las «tarifas de alimentación»), contratos de I+D o la financiación para el descubrimiento y desarrollo de innovaciones. Tales políticas apoyan a las tecnologías que complementan y proporcionan una solución a las políticas de demanda.

Hoy en día existen centenares, por no decir miles, de políticas energéticas relevantes en funcionamiento en todo el mundo, algunas

de las cuales han estado en vigor durante décadas. Se aplican a nivel internacional, nacional, estatal y local. Pero todos los países a los que me refiero en este capítulo han confiado tanto en políticas de demanda como de oferta para estimular el desarrollo de la industria verde, eso sí, con diferentes resultados. Muchos de los que escriben sobre política energética olvidan que, hasta que las turbinas eólicas y los paneles solares fotovoltaicos (el objeto del capítulo 7) puedan producir energía a un coste igual o menor que el de los combustibles fósiles, lo más probable es que sigan siendo tecnologías marginales, incapaces de acelerar la tan necesaria transición para mitigar el cambio climático. Comprender cómo las empresas convierten el apoyo del Gobierno en productos de mayor rendimiento y menor coste es la «conexión perdida» de los debates sobre política energética. Esta conexión perdida no solo puede minar nuestro deseo de promover una transición energética, sino que lo hace con las elevadas inversiones en innovación. El apoyo del Estado a las tecnologías limpias debe mantenerse hasta que se supere la ventaja en costes hundidos de las tecnologías competidoras y estos costes hundidos son, en algunos casos, los costes de todo un siglo.

Por este motivo, gran parte de este capítulo se centra en los mecanismos de apoyo del lado de la oferta (a pesar de que, por supuesto, también expongo algunas de las políticas de demanda más importantes). En el actual contexto político, muchos países han utilizado las finanzas públicas de forma agresiva con el propósito de promover la industria verde, y este es el apoyo más directo posible para el desarrollo empresarial. También es un «incentivo» mejor para el desarrollo industrial verde, sobre todo si tenemos en cuenta que todas las políticas de demanda existentes dan por sentado, en última instancia, que habrá un «sector privado dinámico» que estará preparado para responder a la demanda de menor contaminación o más energías renovables. Pero no solo esto, pues las políticas de demanda no incluyen necesariamente provisiones que obliguen a que los objetivos se alcancen con «recursos domésticos» o con el desarrollo económico local.^[1] Las políticas de demanda son fundamentales y su importancia es real —sobre todo, como indicadores del potencial de mercado futuro—, pero con demasiada

frecuencia se convierten en peticiones de cambio y, al igual que sucede con las políticas de oferta, son vulnerables a los cambios en las administraciones políticas. Para que tengan éxito, deben solucionar la incertidumbre y el coste que hay detrás de las innovaciones necesarias para cumplir los objetivos.[\[2\]](#)

Las políticas de oferta son importantes para poner el dinero «donde hace falta», financiando las empresas de manera directa o indirectamente mediante subsidios para el crecimiento del mercado a largo plazo, con la esperanza de acelerar la creación de empresas innovadoras que puedan provocar la revolución verde. Si se consigue que estas políticas tengan éxito y además se expanden las fuentes de energía renovables, como la energía eólica y la solar, se creará y se consolidará la oportunidad de generar «redes eléctricas inteligentes», que digitalicen las redes de oferta energética. He dicho crear, porque la naturaleza intermitente de la energía renovable tendrá que gestionarse con más atención. He dicho consolidar, porque la necesidad («demanda») de tecnología de redes eléctricas inteligentes será mayor en aquellos países que avancen más en la integración de las energías renovables en sus redes eléctricas. Transformar nuestro sistema energético conlleva cambios industriales colectivos y complementarios, pero ponerse serio con respecto a las energías renovables es un paso necesario y crítico para llevar la tecnología energética al siglo XXI.

Este capítulo examina las perspectivas de una nueva revolución tecnológica basada en innovaciones que se enfrenten al cambio climático. Empiezo con una breve discusión de los factores que incentivan el desarrollo de una revolución verde. El segundo apartado introduce los diferentes enfoques que los países están adoptando para construir una economía «verde», con el objetivo doble de recuperarse de la actual recesión económica y mitigar los problemas ambientales. Algunos países, como China y Alemania, están dando un gran empujón a los sectores de la tecnología limpia a través de marcos políticos coherentes, que incluyen medidas de oferta y demanda coordinadas con una visión «verde» general. En otros, como Estados Unidos, Reino Unido y algunos países europeos

rezagados, se están aplicando estrategias irregulares, sin una dirección clara y no consiguen ofrecer incentivos de largo plazo, lo que hace que sus iniciativas verdes tengan un enfoque incierto y produzcan, en el mejor de los casos, resultados dudosos.

El tercer apartado presenta con detalle el enfoque ambivalente de Estados Unidos, que ejemplifica cómo las iniciativas gubernamentales contradictorias impiden el desarrollo completo de un sector de tecnología verde, lo que frena la inversión y atasca el amplio desarrollo de nuevas tecnologías energéticas. El enfoque estadounidense es importante porque representa un caso paradigmático, en el que unas iniciativas gubernamentales ambiguas están desafiando el compromiso financiero histórico del sector público. Por un lado se está intentando «alentar» el desarrollo de las tecnologías verdes estimulando a los capitalistas de riesgo a asumir el liderazgo. Por otro lado, Estados Unidos también está intentando «ejecutarlo» financiando la I+D pública coordinada e implementando iniciativas. Mientras tanto, los esfuerzos actuales para apoyar el crecimiento de la producción han llevado a que se adopten los argumentos clásicos en contra de «tomar decisiones», en lugar de efectuar un análisis acerca de cómo el Estado puede financiar de manera más activa el desarrollo de la cadena de oferta necesaria. Estados Unidos ha adoptado un enfoque de «financiarlo todo», esperando que tarde o temprano surgirá en los laboratorios una innovación energética disruptiva revolucionaria, que quizá además sea «verde», y que entonces los capitalistas de riesgo aparecerán para financiar las *start-ups* líderes y harán que estas tecnologías innovadoras sean viables desde el punto de vista comercial y, por último, se difundirán ampliamente. Esto no ha ocurrido, ya que el desarrollo de muchas tecnologías verdes requiere de un compromiso financiero de largo plazo con unas características que los capitalistas de riesgo no quieren o no pueden asumir. El cuarto apartado concluye con el análisis de los diferentes enfoques nacionales expuestos en el segundo y tercer apartados.

FINANCIAR UNA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL VERDE

¿Qué es una «revolución industrial verde»? Hay muchas formas de conceptualizar este término, pero la premisa básica es que el sistema industrial global actual puede transformarse de forma radical en otro que sea sostenible a nivel ambiental. La sostenibilidad requerirá una transición energética que ponga al frente las tecnologías energéticas limpias no contaminantes. Nos aleja de la dependencia con respecto a los combustibles fósiles finitos y los nucleares, y prioriza las fuentes de energía «infinitas»; es decir, las energías «renovables» originadas por la luz solar. Construir un sistema industrial sostenible también requiere tecnologías de materiales reciclables, una gestión avanzada de residuos, mejores prácticas agrícolas, medidas más sólidas de eficiencia energética e infraestructuras de desalinización de agua (para afrontar el problema de la escasez de recursos y agua, por ejemplo). Sin ninguna duda, la revolución industrial verde debe transformar los sectores económicos existentes y crear otros nuevos. Es una dirección que sigue sin ningún punto final claro, pero con un beneficio público creciente: evitar la destrucción del planeta. Este es un asunto complementario del trabajo de Pérez (2002), quien sostiene que la revolución «verde» no es una revolución, sino el «despliegue» completo de la revolución de las tecnologías de la información en todos los sectores de la economía, que transforma áreas como la obsolescencia de los productos, y donde el «mantenimiento» deja de ser un área marginal de baja tecnología y pasa a serlo de alta tecnología.

El problema del cambio climático guarda una relación íntima con la necesidad de una revolución industrial verde. El cambio climático es una crisis ambiental global que nos afecta a todos y es el resultado directo de los actuales centros de mayor actividad económica. El cambio climático lo provoca la emisión de gases de efecto invernadero, la mayoría de ellos un subproducto de las tecnologías de producción de energías dominantes de las economías modernas; sobre todo el carbón, aunque el gas natural y también el petróleo lo son cada vez más. La generación de energía es un sector en el que la innovación y el cambio son fundamentales para evitar los efectos más adversos del cambio climático. Los políticos disponen de un

amplio abanico de opciones, puesto que la emisión de gases de efecto invernadero puede gestionarse o evitarse con tecnología, legislación o a través de complejas regulaciones económicas que incentiven o disuadan acerca de la toma de decisiones en los ámbitos individual o de empresa.

Si se tiene en cuenta que las tecnologías e infraestructuras de combustibles fósiles son elementos fundamentales de las sociedades modernas, y se crea una «dependencia del carbono» (véase Unruh, 2000), este capítulo toma la energía limpia como un ejemplo paradigmático de la tecnología que debe desplegarse para que la revolución industrial verde tenga éxito. Las energías solar y eólica, que no emiten sustancias contaminantes durante su utilización, son dos ejemplos de tecnologías energéticas limpias, que crean precedentes que se examinan con atención en el próximo capítulo. Las energías solar y eólica también proporcionan mayores oportunidades para los sectores innovadores de tecnología de la información. Las tecnologías de la información se benefician de la «dirección» añadida de las iniciativas de energías limpias. Puesto que se caracterizan por ser fuentes de energía «intermitentes» y «difusas», las energías solar y eólica se han beneficiado de lo que Madrigal (2011, p. 263) describe como «poner *software* en el problema»: incrementar la productividad y la fiabilidad de los proyectos eólicos y solares con modelización informática, gestión de la producción de energía y control remoto. Las inversiones en una «red eléctrica inteligente» están diseñadas para digitalizar los sistemas energéticos modernos, para optimizar la flexibilidad, el rendimiento y la eficiencia de las tecnologías limpias, a la vez que proporcionan opciones de gestión avanzada a los operadores y usuarios finales de las redes eléctricas. Tal flexibilidad y control no son diferentes de los que surgieron con las redes de comunicaciones digitalizadas. La revolución de las TIC, que creó sistemas de comunicaciones digitalizados, no solo generó nuevas oportunidades comerciales (por ejemplo, a través de internet), también proporcionó una valiosa plataforma para crear, recopilar, acceder y diseminar el conocimiento de todas las formas. Con tiempo y un amplio despliegue, la red eléctrica inteligente podría cambiar la forma en

que concebimos la energía, crear nuevas oportunidades comerciales y mejorar las energías renovables, lo que redundaría en la aparición de nuevas herramientas para administrar una oferta óptima de energía y la respuesta de la demanda.

Para iniciar la revolución industrial verde y enfrentarse al cambio climático necesitamos de nuevo a un Estado activo, que asuma la elevada incertidumbre de las etapas iniciales que el sector privado teme. Además, a pesar del interés suscitado por la «tecnología limpia» como «nueva frontera económica» y por la «revolución verde» como tercera «revolución industrial», en la mayoría de las tecnologías limpias hay muy pocas cosas que sean realmente nuevas. Por ejemplo, la historia de las energías eólica y solar se remonta a hace cien años (e incluso más si se tiene en cuenta la explotación no eléctrica de estas fuentes de energía). A pesar de que la revolución industrial se narra a menudo como la historia del vapor y los combustibles fósiles (Barca, 2011), en el pasado hemos dependido de lo que hoy en día se considerarían biomasa y energías eólica e hidráulica.^[3] A pesar de nuestra experiencia pasada y del conocimiento actual de las tecnologías de las energías «limpias», el apoyo gubernamental para tratar de conseguir que la energía limpia sea una parte mayoritaria en el *mix* energético ha sido, en términos históricos, o bien inexistente o bien lleno de altibajos. La falta de focalización y compromiso en el futuro de la tecnología limpia está impidiendo una transformación más rápida de la infraestructura de los combustibles fósiles a la infraestructura de energía limpia.

Pero hay algunos rayos de esperanza. En esta primera parte del siglo *XXI*, gobiernos de todo el mundo han asumido una vez más el liderazgo y han aumentado la investigación y el desarrollo en muchas tecnologías limpias, como las energías eólica y solar, y están haciendo esfuerzos para consolidar redes eléctricas inteligentes modernas. También subsidian y apoyan el crecimiento de productores importantes, que compiten por el liderazgo del mercado doméstico y global. Por último, los gobiernos utilizan tanto políticas como financiación para fomentar el desarrollo de mercados competitivos estables para las energías renovables. Igual que en el

caso del desarrollo de otras industrias, como la biotecnología o la tecnología de la información, las empresas privadas han entrado en el juego cuando las iniciativas gubernamentales exitosas ya habían absorbido la mayor parte de la incertidumbre y una parte sustancial del riesgo que entrañaba desarrollar las nuevas tecnologías energéticas.

La industria «verde» aún está en sus primeras etapas. Es decir, todavía se caracteriza por la incertidumbre, tanto de mercado como tecnológica. No se desarrollará «de forma natural» a través de las fuerzas del mercado, en parte a causa de la infraestructura energética ya consolidada, pero también de los fallos del mercado para valorar la sostenibilidad o penalizar el despilfarro y la contaminación. Ante tal incertidumbre, el sector privado no entrará hasta que se hayan realizado las inversiones más arriesgadas e intensivas en capital, o hasta que existan unos incentivos políticos coherentes y sistemáticos. Igual que en la primera etapa de las industrias de la información, la biotecnología o la nanotecnología, hay pocos indicios de que el sector privado entre por su cuenta en el nuevo sector «verde» y lo lleve adelante sin una política gubernamental activa fuerte. Por tanto, a pesar de que la acción de «alentar» puede conseguir que algunos pocos emprendedores actúen, la mayor parte de los actores empresariales necesitan indicios más sólidos para justificar su compromiso con la innovación en las tecnologías limpias. Solo las decisiones políticas de largo plazo pueden reducir la incertidumbre relativa a la transformación de las actividades centrales para pasar de lo que se ha heredado a las tecnologías limpias. De hecho, ninguna otra industria de alta tecnología se ha creado o transformado «alentándola». Es más probable que se necesite que la «ejecuten».

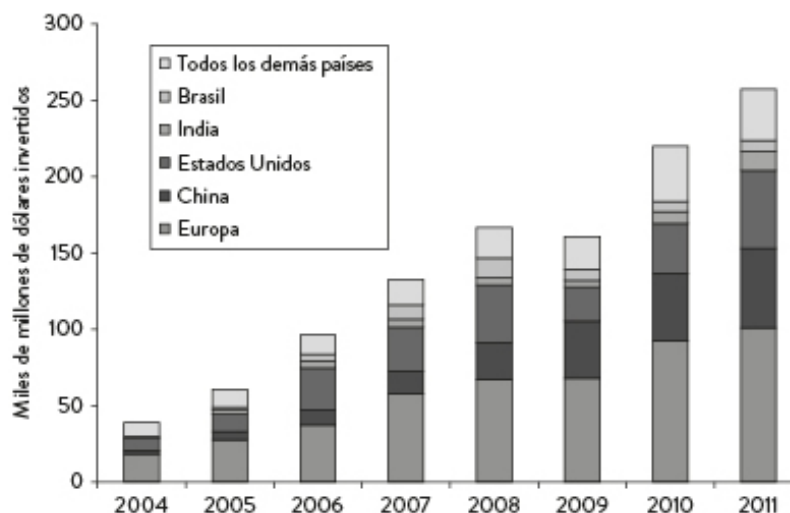
ENFOQUES NACIONALES DEL DESARROLLO ECONÓMICO VERDE

Existen diferencias en las reacciones de los diferentes países ante el reto de desarrollar una economía verde. Este apartado explica cómo algunos de ellos están utilizando los estímulos del gasto posteriores

a la crisis como mecanismo para dirigir las inversiones gubernamentales hacia las industrias de la tecnología verde globales. Lo hacen con dos objetivos: 1) incentivar el crecimiento económico a la vez que 2) mitigar el cambio climático. Mientras algunos países lideran el proceso, otros se están quedando atrás. Puesto que las inversiones en innovación son acumulativas y los resultados «dependen de la trayectoria» (la innovación de hoy depende de la innovación de ayer), es probable que los líderes de esta carrera mantengan esa posición durante los próximos años. En otras palabras, aquellos que actúen primero disfrutarán de la ventaja de ser los primeros.

Además, la incapacidad de algunos gobiernos de proporcionar la «visión» y «ejecutar» realmente la tecnología verde está teniendo un impacto negativo en la cantidad de inversión que se realiza. Los países que siguen una política «irregular» respecto a la tecnología verde no estimulan lo suficiente la inversión como para modificar su «huella de carbono» y no deberían esperar que las empresas líderes de la tecnología limpia del futuro entren en su territorio. Un ejemplo de país que está dando un «fuerte empujón» es China; entre los países europeos, Alemania ha sido uno de los primeros en actuar. Estados Unidos ha mostrado trayectorias contradictorias: el Estado ha realizado inversiones iniciales sustanciosas en tecnologías verdes; sin embargo, al avanzar sin una visión clara ni un objetivo en mente, y sin un compromiso de largo plazo con algunas tecnologías clave, ha sido incapaz de cambiar de forma significativa su *mix* energético. Reino Unido también se está quedando rezagado.^[4]

GRÁFICO 14. NUEVA INVERSIÓN GLOBAL EN ENERGÍAS RENOVABLES (MILES DE MILLONES DE DÓLARES ESTADOUNIDENSES)



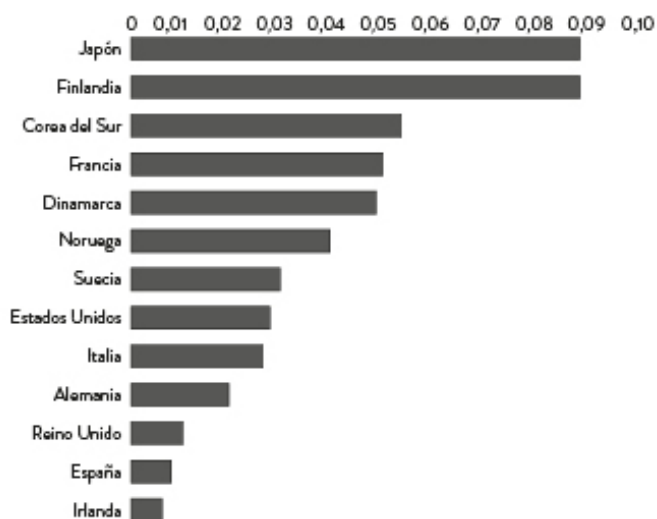
FUENTE: Frankfurt School of Finance & Management (2012).

En Estados Unidos, el paquete de estímulos de la Ley de Reinversión y Recuperación de 2009 dedicaba el 11,5 por ciento de su presupuesto a inversiones en tecnologías limpias, una cifra menor que las de China (34,3 por ciento), Francia (21 por ciento) o Corea del Sur (80,5 por ciento), aunque mayor que la de Reino Unido (6,9 por ciento). En julio de 2010, el Gobierno surcoreano anunció que para 2013 doblaría su gasto en investigación verde hasta el equivalente de 2.900 millones de dólares (casi el 2 por ciento de su PIB anual), lo que significa que entre 2009 y 2013 ha gastado en total 59.000 millones de dólares en este tipo de investigación. El gráfico 14 ilustra que, entre 2004 y 2011, Europa, Estados Unidos y China han dominado la nueva inversión global en energías renovables. En Europa, Alemania lidera las inversiones. Cómo afectará la crisis de la eurozona a las inversiones durante los próximos años es todavía una incógnita, pero la tendencia reciente ha sido de incremento de las inversiones totales.

El gráfico 15 muestra que dentro de Europa existen enormes diferencias entre las inversiones gubernamentales en I+D energética. Reino Unido, España e Irlanda invierten menos que Estados Unidos y muchos otros países asiáticos y europeos. El problema es que el sector privado no está llenando el hueco. En Reino Unido, la inversión total de 12.900 millones de libras en 2009-

2010 está, según el Centro de Investigación de Interés Público (PIRC, 2011, p. 5), «por debajo del 1 por ciento del PIB; la mitad de lo que invierte actualmente Corea del Sur en tecnologías verdes por año; y menos de lo que gasta actualmente Reino Unido en mobiliario».

GRÁFICO 15. GASTO GUBERNAMENTAL EN I+D EN ENERGÍA COMO PORCENTAJE DEL PIB EN 13 PAÍSES (2007)



FUENTE: Comisión del Cambio Climático del Reino Unido (Committee on Climate Change, 2012, p. 22).

Además del gasto en I+D, los bancos de inversión del Estado están llevando a cabo una tarea determinante en el desarrollo en tecnología verde en algunos países emergentes. En China, las inversiones del Banco de Desarrollo de China (CDB) son una razón clave de su manera exitosa de abordar la energía solar. Desde 2010, el CDB ha brindado 47.000 millones de dólares a unos quince productores líderes de paneles solares fotovoltaicos para financiar sus necesidades de expansión actuales y futuras. No obstante, en 2011 las empresas solo habían retirado más o menos 866 millones de dólares (Bakewell, 2011). El rápido aumento de la dimensión de las empresas productoras de paneles solares fotovoltaicos que la financiación pública ha hecho posible ha consolidado rápidamente a

los productores chinos de tecnología solar como grandes protagonistas internacionales. Fueron capaces de recortar el coste de los paneles solares fotovoltaicos de una manera tan rápida que algunos observadores afirman que este acceso al crédito es la razón subyacente tras las quiebras de las empresas solares establecidas en Estados Unidos y Europa. (En el caso de la empresa estadounidense Solyndra, examinada más adelante, esto se vio exacerbado por la retirada del capital riesgo inicial).

El Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social de Brasil (BNDES) aprobó en 2011 financiar la tecnología limpia con más de 4.230 millones de dólares (Fried, Shukla y Sawyer, 2012, p. 5). En el campo de la biotecnología, BNDES se ha centrado en financiar empresas que estaban en la etapa del «valle de la muerte». El valle de la muerte es la fase del proceso de innovación que transcurre entre el momento en que disponemos de indicios del concepto y el del ensayo y aprobación total (véase gráfico 2). Muchas empresas «mueren» durante este periodo a causa de la falta de financiación empresarial comprometida, lo que convierte a la financiación pública en una alternativa fundamental. El compromiso de BNDES con la tecnología limpia es un signo prometedor.

El siguiente apartado analiza brevemente los enfoques opuestos adoptados por China, Reino Unido y Estados Unidos en el intento de dirigir el desarrollo de la tecnología limpia y la energía renovable. El ejemplo de Estados Unidos se explorará con más detalle en el siguiente apartado.

El plan quinquenal «verde» de China

China se enfrentó a la reacción de los mercados europeo y estadounidense para contrarrestar el éxito de su emergente industria solar, que consiguió bajar los precios. Para ello se embarcó en una guerra comercial y arancelaria respaldada por el Gobierno e iniciada por las empresas competidoras. Además, optó por revisar su objetivo *nacional* para el desarrollo de la energía solar a los 20

gigavatios en 2015, en un momento en que solo se producían 3 gigavatios en el país (Patton, 2012). Si China completa el desarrollo según lo programado, es muy probable que se convierta en el segundo mayor mercado de energía solar del mundo, produciendo en tres años la misma cantidad de energía solar que ha producido Alemania en una década. Las tarifas de alimentación regionales, que fijan el precio de la energía producida por proyectos eólicos y solares en unos términos más favorables, complementan estos objetivos (Landberg, 2012). Otras iniciativas para los productores energéticos chinos garantizan que las tecnologías de hoy en día puedan recuperar sus costes en siete años y generar beneficios durante décadas, mientras que los productores siguen mejorando las tecnologías (C. Liu, 2011). El actual objetivo de China de 100 gigavatios de energía en 2015 y 1.000 gigavatios en 2050 es agresivo y busca promover el desarrollo económico y reducir las emisiones de carbono (Y. Liu, 2012). Es el equivalente a un «lanzamiento a la Luna» en comparación con otros países, puesto que 1.000 gigavatios de energía eólica equivalen más o menos a *toda* la capacidad de las redes eléctricas estadounidense o europea actuales, que se cuentan entre las más grandes del planeta. Hasta ahora, los objetivos de China solo se han revisado al alza, hecho que sugiere que cabe prever que la industria nacional china dispondrá de múltiples oportunidades en el futuro.

El ambicioso y visionario duodécimo plan quinquenal de China (2011-2015) aspira a invertir 1,5 billones de dólares (o el 5 por ciento del PIB) en múltiples industrias: tecnologías ahorradoras de energía y respetuosas con el medio ambiente, biotecnología, tecnologías de la información de nueva generación, manufacturas avanzadas, nuevos materiales, combustibles alternativos y coches eléctricos. La intención global de estas inversiones es adoptar un enfoque «circular» del desarrollo económico, que sitúa la sostenibilidad en primer lugar, una directiva que define el control de la contaminación y el despilfarro como una forma de ventaja competitiva (véase Mathews *et al.*, 2011). Además de la inversión en desarrollo industrial, existen objetivos relativos a la reducción de la intensidad energética, el control de las emisiones y el desarrollo

renovable; es decir, una combinación de políticas de oferta y políticas de demanda. Martinot y Junfeng (2007, p. 11) destacan el objetivo de reducción de la intensidad energética de China en un 30 por ciento entre 1995 y 2004 y un objetivo adicional para reducir la intensidad energética otro 20 por ciento en 2010. China seguirá aplicando políticas que reduzcan su contaminación energética, puesto que es el principal emisor de CO₂ del mundo (Hopkins y Lazonick, 2012).[\[5\]](#) Según Climate Works, el mérito del duodécimo plan quinquenal estriba en que «es la primera vez que China incorpora formalmente la mitigación del cambio climático en su estrategia económica central» (2011, pp. 2-4), aunque el undécimo plan también preveía la reducción de la contaminación y las emisiones.

Al reconocer que la ventaja competitiva del futuro depende de la gestión efectiva de los recursos, así como de la reducción del despilfarro y la contaminación, la estrategia de «desarrollo verde» de China está replanteando la noción de cómo se alcanza el desarrollo económico «óptimo» con medidas agresivas de oferta y demanda. Los planes de «todos ganan» de China hacen que los «beneficios» y el «medio ambiente» sean objetivos complementarios, en lugar de contradictorios (que es como a menudo los tratan muchas economías occidentales). Como resultado, China mantiene cuotas dominantes a nivel mundial en calefacción solar por agua caliente y energía eólica, y está preparada no solo para seguir siendo uno de los principales productores de paneles solares fotovoltaicos sino también para convertirse en uno de los mayores mercados.

En resumen, China prioriza ahora las tecnologías limpias como parte de una visión estratégica y un compromiso con el crecimiento económico de largo plazo. A pesar de que ya está asegurando miles de millones de dólares a la financiación de proyectos de energías renovables, China en realidad solo está *empezando* a invertir en serio en las tecnologías solar y eólica (Lim y Rabinovitch, 2010).

El enfoque empezar-detener las iniciativas verdes de Reino Unido

El más que pacato concepto de inversión verde que está adoptando Reino Unido se enmarca en la pauta más amplia establecida por los países de la Unión Europea para responder a los retos económicos actuales. Un informe de Ernst & Young (2011, p. 2) registra una inversión global de 243.000 millones de dólares en «tecnología limpia» en 2010 (lo que incluye inversión privada y pública, como por ejemplo las tarifas de alimentación para los proyectos solares), pero observa que «el mercado cambia de manera constante» (lo que significa que los signos son confusos) ante el reto de las condiciones financieras. La inversión varía mucho en los aspectos geográfico y tecnológico.[\[6\]](#)

A pesar de la promesa que hizo el primer ministro británico en 2010 de presidir el «Gobierno más verde de la historia» (Randerson, 2010), lo cierto es que Reino Unido ha *recortado* el gasto de los programas ya existentes, con lo que ha reducido la inversión en tecnologías verdes. En el bienio 2010-2011 se recortaron 85 millones de libras del presupuesto del Departamento de Energía y Cambio Climático, lo que incluía 34 millones de libras de los programas de apoyo a las energías renovables. Además, se ha aplicado una reducción del 40 por ciento al presupuesto de 2011 de Carbon Trust, y una reducción del 50 por ciento al de Energy Saving Trust, dos ONG cuyos ámbitos de actuación son las emisiones de carbono y el ahorro energético, respectivamente. Si a esto le añadimos la reticencia a garantizar la financiación para el desarrollo de la tecnología verde a largo plazo —lo que incluye la incapacidad de asegurar las subvenciones para los coches eléctricos durante más de un año y de revisar la estructura de tarifas de alimentación (Feed-in tariff) en 2012—, resulta que Reino Unido no ha creado un entorno óptimo para la inversión verde. (Una revisión de abril de 2011 ya había reducido a la mitad la tarifa de alimentación para las instalaciones comerciales de más de 50 kilovatios, que tenía el objetivo de financiar el apoyo prometido a las instalaciones

residenciales pequeñas). El efecto de las iniciativas anteriores tampoco se ha demostrado: el presupuesto de Reino Unido de abril de 2009 intentó acelerar la reducción de emisiones en la generación de energía, y obligó a que se instalaran sistemas de captura y almacenamiento de carbono en todas las nuevas centrales eléctricas de carbón (además de modernizar todas las centrales existentes en 2014). Sin embargo, según el Comité de Energía y Cambio Climático de la Cámara de los Comunes, esto podría llevar a una nueva expansión de las plantas de gas, en lugar de a una inversión sustancial en la tecnología de captura y almacenamiento de carbono. Este ejemplo demuestra por qué una política «mal diseñada» no consigue fomentar la innovación. Esta situación en concreto es incluso peor, porque favorece a las centrales eléctricas de gas, lo que hace que la matriz eléctrica de Reino Unido dependa todavía más de los combustibles fósiles.

El hecho de que las empresas solo inviertan cuando hay garantías claras de beneficios futuros implica que aquellos países que jugueteen demasiado con estas garantías desincentivan la inversión o la frustran por completo. Tanto Vestas (de Dinamarca) como General Electric (de Estados Unidos) han aludido a la falta de signos claros de política en Reino Unido como una de sus razones para cancelar planes de producción y desarrollo de energía eólica, tanto en tierra como en el mar.^[Z] Sarah Merrick, de Vestas (Bakewell, 2012), comentó que «es muy difícil vislumbrar qué es probable [que] ocurra, más allá del fin [de la obligatoriedad de las renovables]» y eso hace que sea «muy difícil para los inversores tomar aquellas [*sic*] decisiones de largo plazo». Los inversores no pueden adoptar decisiones empresariales de largo plazo basándose en políticas gubernamentales de corto plazo.

La principal iniciativa del Gobierno de coalición de Reino Unido fue crear un banco de inversión verde para suministrar financiación semilla^[*] para tecnologías verdes. Se basa en la premisa de que el sector privado puede dirigir la revolución verde. Tan solo necesita estímulos o incentivos proporcionados por el Estado. Esta premisa es errónea (ninguna otra revolución tecnológica se ha producido de este modo), y los niveles actuales de financiación que se están

discutiendo son demasiado insignificantes para que tengan el menor impacto. La iniciativa del banco de inversión verde no ha aprendido las lecciones de las revoluciones tecnológicas anteriores: las inversiones *activas* promovidas por el Estado sitúan a un país en «primera posición» y obtienen beneficios futuros crecientes. Mientras que China pone a disposición cuarenta y siete veces más dinero del que las empresas solares pueden utilizar, Reino Unido se dedica a jugar con «dinero del Monopoly».

El Gobierno británico suele presentar las inversiones «verdes» como una disyuntiva al crecimiento, con el argumento de que, durante una recesión económica, los políticos no deben centrarse en estrategias de inversión arriesgadas sino en estrategias claras. No obstante, el lento desarrollo verde que se está produciendo a nivel mundial es precisamente lo que podría constituir un excelente catalizador del crecimiento económico. Si se tiene en cuenta que la innovación consiste en disponer de las redes apropiadas en la economía y después encargar las tecnologías específicas, podría argumentarse en contra de los subsidios gubernamentales directos, con independencia de cuál sea su propósito. Una falta de apoyo gubernamental, en este sentido, no sería un problema si las fuerzas innovadoras vinieran de otra parte, por ejemplo del sector privado. Pero no lo hacen.

Los países como Reino Unido se arriesgan a quedarse rezagados en lo referente a las tecnologías verdes, incluso a pesar de que estaban poniéndose al nivel de los demás en la última década. En el futuro, si persiste la pauta actual, es probable que Reino Unido deje de ser uno de los principales productores de tecnología verde y comience a importarla.

Estados Unidos: un enfoque ambiguo de las tecnologías verdes

En Estados Unidos encontramos una pista sobre lo que se requiere para acelerar la «revolución» verde, ya que las iniciativas financiadas

por el Estado están ampliando la comprensión sobre qué es lo que ha funcionado en las revoluciones tecnológicas previas. Sin embargo, a pesar de que Estados Unidos ha conseguido conectar e influir sobre el mundo académico, la industria y el espíritu emprendedor con su propio impulso a las tecnologías verdes (con el Departamento de Energía desde hace tiempo y, en fechas más recientes, con ARPA-E) sus resultados han sido desiguales. Aunque fue uno de los primeros países que se tomó en serio el impulso a la energía eólica y solar en la década de 1980 (las primeras células fotoeléctricas de silicio monocristalino se inventaron en Estados Unidos en la década de 1950), no consiguió mantener ni los apoyos ni la supervisión necesarios, por lo que la innovación en la materia pasó a Europa, Japón y, en fechas recientes, China. Y lo que es todavía peor, Estados Unidos no ha conseguido modificar su *mix* energético de forma significativa, y ha sido durante décadas el principal emisor de CO₂ del mundo. Con una capacidad innovadora de primer orden, la mayor economía del mundo y una enorme red eléctrica, Estados Unidos está perfectamente situado para emprender una revolución tecnológica limpia, pero no lo ha hecho. En el contexto de las elecciones de 2012, el desarrollo de la energía limpia se enfrentaba de nuevo a una incertidumbre extrema y a la posibilidad muy real de perder el apoyo gubernamental en una coyuntura crítica.^[8] Jeffrey Immelt, director ejecutivo de General Electric, califica de «estupidez» la estructura actual de la industria energética de Estados Unidos y su falta de política energética, y calcula que otras naciones ya le sacan diez años de ventaja en el campo de la economía verde (Glader, 2010).

Pros y contras del modelo de Estados Unidos

Alentar a los capitalistas de riesgo

Una explicación de los resultados desiguales de Estados Unidos es la fuerte dependencia con respecto al capital riesgo a la hora de

«alentar» el desarrollo de las tecnologías verdes. Estados Unidos es el mayor centro mundial de capital riesgo de la tecnología verde, con 7.000 millones invertidos en 2011 frente a los 9.000 millones que se invirtieron de manera global. La «Ley para arrancar nuestras empresas» (o Ley JOBS, por sus siglas en inglés) de 2012 ha intentado proporcionarle al capitalista de riesgo inversiones con menos riesgo aún, relajando los requerimientos de divulgación de datos financieros para las empresas «más pequeñas» (aquellas que tienen unos ingresos anuales inferiores a 1.000 millones de dólares). También legaliza el micromecenazgo, lo que implica que el capitalista de riesgo puede reclutar una gama más amplia de inversores (e individuos) cuando las empresas salen a bolsa. Es difícil saber cómo podrá esta iniciativa generar un aumento real del empleo, cuando lo cierto es que parece haber sido diseñada para garantizar que los inversores del capital riesgo puedan cosechar enormes beneficios de las empresas pequeñas solicitándole tecnologías al Gobierno. Por un lado, una menor transparencia e «información» sobre las empresas jóvenes incrementa el riesgo al que se enfrentan inversores de todo tipo. Por otro, podría mejorar el compromiso del capitalista de riesgo con las pequeñas empresas, ya que el riesgo se reparte entre un grupo mayor de inversores. A pesar de que los actuales esfuerzos de las empresas de tecnologías limpias son evidentes, el crecimiento de la empresa a largo plazo y, por consiguiente, la creación de empleo, es mucho más sensible al apoyo del Gobierno a largo plazo que a los beneficios de las ofertas públicas iniciales, que son los objetivos habituales del capitalista de riesgo. Además —al igual que sucede, por ejemplo, con la energía solar—, este ha demostrado ser un «capitalista impaciente»: no le interesa sostener los riesgos y los costes del desarrollo tecnológico durante un largo periodo. El capitalista de riesgo también tiene límites en los recursos financieros que puede asignar a la financiación completa del crecimiento de las empresas de tecnologías limpias.

GRÁFICO 16. SUBSECTORES DE CAPITAL RIESGO EN EL ÁREA DE LAS ENERGÍAS LIMPIAS



FUENTE: Ghosh y Nanda (2010, p. 9).

Debido a que algunas tecnologías limpias están todavía en etapas muy tempranas de desarrollo, en las que la «incertidumbre knightiana» es la más elevada, la financiación del capital riesgo se centra en algunas de las apuestas más seguras, y no en aquellas en las que se requiere una innovación radical para permitir que el sector transforme la sociedad, con el doble propósito de promover el crecimiento económico y mitigar el cambio climático. Ghosh y Nanda (2010, p. 9) afirman que el dinero del sector público es prácticamente el único que hoy en día está financiando los proyectos de tecnología limpia, que se muestran en el cuadrante superior derecho del gráfico 16. La financiación del capital riesgo se está concentrando sobre todo en las áreas que están en el cuadrante inferior izquierdo. Esto es un problema bastante grave, puesto que indica que el capital riesgo no busca sectores tecnológicos innovadores ni intensivos en capital. Estos sectores son los que podrían apoyar el desarrollo de tecnologías limpias avanzadas. A menos que el Gobierno reduzca las restricciones de capital o haga sus propias inversiones, estas áreas seguirán sufriendo una falta de inversión y desarrollo.

Las empresas de tecnologías limpias, igual que las de biotecnología, pueden enfrentarse a numerosos retos cuando intentan efectuar la transición de los resultados de la I+D a la

producción comercial. Además, la cantidad de capital necesario para conseguir economías de escala suele ser más elevada que en los sectores de tecnologías de la información (donde surgió el capital riesgo). De hecho, en los últimos tiempos la tecnología limpia ha atraído al capital riesgo como resultado del apoyo del Gobierno, y casi toda su financiación se destinó a tecnologías *consolidadas*, algunas de las cuales ya se habían beneficiado de décadas de desarrollo (Bullis, 2011).[\[9\]](#)

Por ejemplo, empresas como la estadounidense First Solar (véase el capítulo siguiente) tardaron varias décadas en adquirir relevancia, y el capital riesgo no entró hasta una etapa relativamente tardía y se retiró poco después de que se completara la oferta pública inicial. El Gobierno de Estados Unidos suscribió de manera activa gran parte del riesgo de invertir en First Solar. Apoyó el desarrollo y la comercialización de su innovadora tecnología de células solares de película fina, y fue lo suficientemente lejos como para contribuir al desarrollo del proceso productivo.

Además, los incentivos federales y estatales destinaron miles de millones de dólares a garantizar la creación y el crecimiento de un mercado nacional para los paneles solares fotovoltaicos. Se aseguraron de que empresas como First Solar tuvieran la posibilidad de capturar cuota de mercado y conseguir economías de escala. La combinación del apoyo público y la actual posición de First Solar como líder dominante en costes en el mercado de películas finas y paneles solares fotovoltaicos hace que su éxito esté prácticamente asegurado, y es difícil imaginar una situación en la que una empresa de esas características pudiera fracasar, siempre que la inversión pública se mantenga.

La impaciencia de los capitalistas de riesgo: cómo los inversores quemaron Solyndra[\[10\]](#)

El ejemplo de Solyndra ilustra cómo la retirada repentina del capital riesgo puede echar a perder las perspectivas de las empresas que están desarrollando tecnologías que han sido financiadas por

recursos públicos. Hubo un tiempo en que Solyndra era la preferida entre las empresas de tecnologías limpias. Fue la primera en obtener una garantía de préstamo gracias a la ARPA de Estados Unidos, la ley que daba cobertura a un programa de 37.000 millones de dólares en garantía de préstamos. El DoE administraba el programa, bajo la dirección de Jonathan Silver, director ejecutivo del departamento de programas de préstamo, quien se había unido al DoE en 2009 y era además un antiguo gestor de fondos de capital riesgo y de fondos de cobertura. Solyndra, un productor de paneles solares de cobre, indio, galio y selenio (CIGS) de alta tecnología, recibió 527 millones del programa e invirtió en una nueva planta más automatizada, que permitía aumentar la producción y aprovechar las economías de escala. Solyndra tenía la esperanza de que su tecnología de placas solares fotovoltaicas CIGS proporcionara una significativa ventaja en costes después de la explosión en 2008 del precio del silicio bruto, el principal componente de los paneles solares de silicio cristalino (C-Si) que dominaban el mercado.

Los cambios en los mercados solares globales impidieron que Solyndra sacara rendimiento de sus inversiones. Antes de que Solyndra pudiera explotar las economías de escala generadas por su mayor capacidad productiva, el coste del silicio bruto se hundió. El coste de la tecnología competidora de las placas solares fotovoltaicas de C-Si cayó incluso más rápidamente de lo que se había predicho, como resultado del desarrollo y las inversiones chinas en esta tecnología. A pesar del apoyo del Gobierno y de los 1.100 millones de dólares que obtuvo de sus inversores privados, Solyndra se declaró en quiebra en otoño de 2011. Todos los accionistas participantes habían apostado por el éxito de la empresa. No pensaban que pudiera fracasar. Para los críticos, Solyndra ha acabado convirtiéndose en un símbolo contemporáneo de la incapacidad del Gobierno para invertir de forma competente en tecnologías arriesgadas y para «tomar decisiones correctas».

Los principales financiadores privados de Solyndra eran capitalistas de riesgo y, al igual que todos los capitalistas de riesgo, estaban esperando con impaciencia una oferta pública inicial, una fusión o

una adquisición que pudieran proporcionarles una «salida» para sus inversiones. Cualquiera de estas «salidas» les permite monetizar las acciones que reciben a cambio de invertir en una determinada empresa. El mejor escenario posible consiste en obtener enormes beneficios financieros, cosechados a través de ganancias de capital creadas por la venta de las acciones, en lugar de esperar a un beneficio sobre la inversión, generado por el flujo de caja de las operaciones. Pero una «salida» exitosa no es siempre posible en ciertos mercados, tal como Solyndra demostró. Cuando los inversores clave de Solyndra retiraron su inversión de 1.100 millones de dólares, se perdieron mil puestos de trabajo y se dilapidó un préstamo garantizado por el Gobierno de 535 millones de dólares. Los inversores de Solyndra saltaron del barco en lugar de seguir hasta el final.[\[11\]](#)

La ironía es que el apoyo del Gobierno suele hacer que las empresas como Solyndra sean más atractivas para los inversores, que buscan el «capital paciente» del Estado y responden a sus señales. La conclusión que debería extraerse es que el Gobierno debería centrarse exclusivamente en encargarse del desarrollo de las tecnologías más arriesgadas o, como sostienen algunos autores (Kho, 2011), que el capital riesgo «no está pensado para las fábricas» (incluso con una garantía de préstamo del Gobierno). Pero esto tampoco está ocurriendo. El Gobierno de Estados Unidos se enfrenta ahora al contragolpe de los republicanos en contra del programa de garantía de préstamos, un hecho que indica que creen que el Gobierno no debería hacer nada para promover la comercialización de las tecnologías limpias.[\[12\]](#)

Bathon (2012) aclara que Solyndra, ahora en bancarrota, solo será capaz de devolver el dinero a sus inversores si gana un pleito de 1.500 millones de dólares contra la empresa solar china a la que culpa de su fracaso. Solyndra alega que los chinos fijaron de manera deliberada los precios de sus paneles solares a un nivel que les perjudicaba a sí mismos y a sus competidores, y que las empresas chinas se han beneficiado de forma injusta del apoyo del Gobierno. La evidente hipocresía del pleito no parecería ofensiva si no se pudiera comparar el fracaso de la política solar de Estados Unidos en

su apoyo a la producción con el éxito de las políticas de China. En lugar de entretenerse en las complejidades de las dinámicas políticas e industriales, la mayoría de los comentaristas industriales han preferido centrarse en los esfuerzos de Estados Unidos para proteger sus empresas de paneles solares fotovoltaicos, empezando así una guerra comercial con China.

Incluso después de vender sus principales activos, entre ellos su sede central de 300 millones de dólares y sus instalaciones productivas (construidas en 2010), solo quedaron unos 71 millones de dólares para distribuir entre los accionistas de la empresa, incluidos los contribuyentes (véase Wood, 2012). Los trabajadores despedidos recibirán 3,5 millones de dólares y el Gobierno unos 27 millones por su préstamo no devuelto. Mientras tanto, la empresa matriz de Solyndra, 360 Degree Solar Holdings (creada por los capitalistas de riesgo de Solyndra y el DoE durante una reestructuración de la deuda en febrero de 2011), está maniobrando para conseguir 341 millones de dólares en desgravaciones fiscales futuras si encuentra otras inversiones rentables. En otras palabras, los contribuyentes subsidian a los inversores mucho después de que la empresa cierre sus puertas.

El capital impaciente puede destruir empresas prometedoras que proporcionan tecnología financiada por el Gobierno a la gente, pero los críticos suelen centrarse en el Gobierno como la fuente del fracaso, en lugar de examinar el comportamiento de la hábil comunidad empresarial hambrienta de beneficios que provoca el fracaso saltando del barco, restringiendo sus compromisos o exigiendo beneficios financieros por encima de todas las demás consideraciones. Si a los capitalistas de riesgo no les interesan las industrias intensivas en capital, ni construir fábricas, ¿qué es exactamente lo que están ofreciendo en términos de desarrollo económico? Su papel debería percibirse como lo que es: limitado. Y más importante, las dificultades a las que se enfrenta la creciente industria de la tecnología limpia deberían resaltar la necesidad de obtener un apoyo político más consistente, sobre todo si tenemos en cuenta que los modelos financieros existentes no favorecen el interés público sino a los inversores.

Ejecutar a través del DoE y ARPA-E

La incapacidad de los capitalistas de riesgo para proporcionar el apoyo de largo plazo necesario para el desarrollo de innovaciones radicales se ha compensado durante décadas con programas gubernamentales. El DoE de Estados Unidos se creó en 1978 para unir diversas agencias del Gobierno y 17 laboratorios nacionales, formalizando la innovación energética como un objetivo habitual del Gobierno ante las frecuentes crisis energéticas globales. A través de esta amplia red, el DoE ha financiado a lo largo de los años diversas iniciativas que han apoyado a las tecnologías limpias, tanto desde el punto de vista de la oferta como desde el de la demanda, con un presupuesto anual de varios miles de millones de dólares.[\[13\]](#) Esto incluye los 3.400 millones y los 1.200 millones de dólares de financiación a la I+D en energías solar y eólica entre 1992 y 2012 (en dólares de 2011). A pesar de que puede demostrarse que Estados Unidos ha financiado en mucha mayor medida las energías fósiles y la nuclear, para nuestro propósito es más importante reconocer que el impacto del DoE puede notarse en el historial de la mayoría de las empresas eólicas y solares de Estados Unidos. La colaboración con la industria es frecuente en Estados Unidos, y la gama de apoyo ofrecida por el DoE abarca subvenciones, financiación de contratos, financiación de préstamos, I+D y apoyo a una amplia base de conocimiento a través de la financiación de la investigación universitaria y las colaboraciones público-privadas en todo el país.

El apoyo del DoE a la investigación en energías limpias se amplió de manera considerable durante la administración Obama. A través de la DARPA, el DoE ha asignado más de 13.000 millones de dólares al desarrollo de tecnologías energéticas limpias y a la modernización de la infraestructura energética, a la vez que se fomentaba la reducción del despilfarro y se facilitaba una transición hacia una mayor sostenibilidad. En 2009, el DoE adjudicó 377 millones de dólares a la financiación de 46 nuevos centros de investigación

avanzada en energía multimillonarios, ubicados en universidades, laboratorios nacionales, organizaciones sin ánimo de lucro y empresas privadas por todo Estados Unidos. La escala de la financiación es una señal del compromiso del DoE con el fomento de la transición de las innovaciones hacia la madurez tecnológica y el estadio de producción y despliegue amplio. El DoE está asignando cientos de millones de dólares a las empresas (a través de la concesión de fondos y programas de préstamo) con el objetivo de apoyar el desarrollo de las instalaciones productivas para paneles solares, baterías para coches eléctricos y proyectos de biocombustibles, junto con programas que se centran específicamente en avanzar en el despliegue de los paneles solares fotovoltaicos en los hogares y las empresas. Estas iniciativas recientes representan una expansión enorme del gasto gubernamental dedicado a configurar la innovación en la economía civil.

ARPA-E. Interrupción por el diseño

La Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada-Energía fue creada por la Ley America COMPETES[*] de 2007 y con la financiación inicial de la ARRA en 2009. Se diseñó siguiendo el modelo específico de la DARPA. La directiva de ARPA-E era «centrarse en la investigación transformadora “lista para usar” que la industria por sí sola no puede o no quiere apoyar a causa de su elevado riesgo, a pesar de que el éxito proporcionaría enormes beneficios para la nación» (ARPA-E/About, s. f.). Tal como he mencionado antes, la DARPA es hoy en día un programa de varios miles de millones de dólares, una fuerza de innovación revolucionaria durante más de cincuenta años; ha llevado a cabo la investigación clave que ha proporcionado la base para internet, el entorno Microsoft Windows, el avión invisible y el GPS, utilizando lo que Erica Fuchs describe como un sistema basado en la gobernanza

desde abajo (Fuchs, 2009, p. 65; véase también el capítulo 5 sobre la familia de productos iOS de Apple).

Una de las ideas radicales que hay detrás de la DARPA es que anticipa y tolera el fracaso. Fuchs (2009) atribuye el éxito de la DARPA a sus características organizativas. Los gestores de programas —que suelen ser investigadores de primer nivel— tienen total autonomía y la libertad de investigación necesarias para asumir los riesgos de desarrollar una dirección y una solución tecnológicas. Las actividades de investigación de la DARPA se llevan a cabo fuera de las actividades regulares de investigación del Gobierno, el mundo académico o la industria, con lo que pueden proporcionar este nivel de libertad y autonomía. La DARPA no se basa en que el Gobierno «tome las decisiones», sino en que asuma el liderazgo en la I+D que el sector privado y las agencias como el DoE, adversos al riesgo, no llevan a cabo porque están sometidos a una mayor presión para obtener resultados. Las actividades de la DARPA suelen estar orientadas a satisfacer las necesidades de la seguridad nacional, que por lo general no se cuestionan de la misma forma que los propósitos de ARPA-E, cuya misión consiste en invertir en tecnologías energéticas de elevado riesgo que están en una etapa «demasiado temprana» para la inversión del sector privado. Es probable que persista el debate sobre la necesidad de la agencia, así como el conflicto alrededor de qué significa «demasiado tempranas». También es interesante considerar en qué medida el hecho de que la DARPA opere bajo el estandarte de la «seguridad nacional», en lugar de los «resultados económicos», contribuye a encubrir el papel del Estado como actor económico. Quizá una solución para la ARPA-E sería operar bajo el lema de la «seguridad energética».

Igual que la DARPA, la ARPA-E no crea su propia agenda de investigación. En lugar de eso, invita a investigadores del ámbito académico y de la industria a explorar ideas de alto riesgo, estableciendo una agenda mediante la colaboración y el conocimiento colectivo sobre el estado del arte y el terrero de las posibilidades. La financiación de proyectos se obtiene de fuentes gubernamentales y privadas, hecho que indica que la agenda de

I+D atrae financiación de múltiples actores (Hourihan y Stepp, 2011). Se espera que la oportunidad de llevar a cabo investigación revolucionaria y de alto riesgo «atraerá muchas de las mejores y más brillantes mentes de Estados Unidos: científicos e ingenieros experimentados y, de manera especial, estudiantes y jóvenes investigadores, entre ellos personas del mundo de los negocios». La página web de la ARPA-E afirma que la organización pretende ser «estable, ágil y minimalista, capaz de sostener durante largos periodos los proyectos prometedores, a la vez que elimina de manera gradual aquellos que no demuestren tener tan buenas perspectivas como se había anticipado». Otra de las motivaciones de la agencia es desarrollar una «nueva herramienta para tener un puente entre la investigación energética básica y la innovación y el desarrollo industrial», con el objetivo de fomentar una expansión de red. En 2012 iba a gastar 270 millones de dólares en proyectos energéticos de perfil alto. Sin embargo, esta cifra es inferior a los 400 millones recibidos en 2010 y está muy lejos de las asignaciones de varios miles de millones concedidas a la DARPA (Malakoff, 2012).

Entre la lista actual de proyectos de la DARPA se incluyen la producción de prototipos funcionales y potencialmente rompedores en tecnología energética, o tecnologías que permitan la «transformación» de la infraestructura energética (ARPA-E, s. f.). Los científicos son libres de explorar la innovación energética sin la expectativa de que todas las ideas funcionarán o producirán un valor comercial inmediato. En esencia, llena el vacío de investigación provocado por los intereses empresariales, que son demasiado contrarios al riesgo como para invertir en las tecnologías energéticas del mañana dadas las incertidumbres de hoy.

A pesar de que las inversiones activas al estilo «DARPA» generan más crecimiento que las políticas de «no intervención», el problema estriba en elegir la «dirección» de las inversiones, puesto que estas pueden estar condicionadas por las agendas establecidas por la industria o la academia. Existe el riesgo de experimentar un sesgo hacia una trayectoria subóptima («con dependencia de la trayectoria»), en lugar de una trayectoria radicalmente amante del riesgo y basada en tecnologías disruptivas y una actitud «alocada»

hacia la ciencia. Proporcionar investigación y desarrollo de productos para el ejército es diferente a suministrarlos para los mercados energéticos. Los mercados de energía están dominados por algunas de las empresas más grandes y poderosas del planeta, que por lo general carecen de incentivos para innovar, sobre todo debido a que en los bienes energéticos (gas y electricidad) no se produce una diferenciación de productos real, a pesar de estar producidos con tecnologías diferentes. Por tanto, el precio es el factor decisivo en la mayoría de los casos. Las empresas que han desarrollado y controlan las tecnologías energéticas existentes tienen unos enormes costes hundidos, que incrementan el riesgo que plantea la innovación. Además, la industria energética ha tendido a desarrollarse priorizando la estabilidad y la fiabilidad del sistema energético por encima de la rápida adopción de la nueva tecnología (Chazan, 2013).

Las nuevas tecnologías energéticas alteran los medios gracias a los cuales se produce la energía. El coste de la energía que producen suele ser mayor que el de las tecnologías heredadas, si los productores energéticos no contabilizan otros factores (tales como el impacto medioambiental) o costes en los que se incurre. Los investigadores militares tienen una «misión» clara que cumplir, en la que el coste es poco o nada importante, ya que el Gobierno no es «sensible a los precios» y puede actuar como líder en la adquisición de innovación. En el campo de la energía, el conflicto seguirá centrándose en cuál es la estrategia concebida por cada país para satisfacer las necesidades energéticas futuras, junto con los objetivos económicos y sociales concurrentes, como maximizar el potencial exportador o priorizar las cero emisiones de carbono.

Estados Unidos ha seguido un enfoque de «financiarlo todo», con la esperanza de que antes o después aparecerían las tecnologías energéticas innovadoras y viables desde el punto de vista económico. El problema de utilizar el cambio climático como principal justificación para invertir en tecnologías energéticas es que no es el único reto medioambiental al que nos enfrentamos en la actualidad. Es además un problema que puede «solucionarse» de manera parcial con la ayuda de tecnologías no renovables como la

energía nuclear o la captura y almacenamiento del carbono. ¿Es esto lo que queremos en realidad? El despliegue de recursos destinados a facilitar el proceso innovador debe producirse junto con el valor para fijar una dirección tecnológica y seguirla. Dejar que «el mercado» establezca la dirección solo garantiza que la transición energética se posponga hasta que los precios de los combustibles fósiles alcancen niveles insostenibles desde el punto de vista económico.

EJECUTAR (NO ATASCAR) EL DESARROLLO VERDE

La historia de la inversión en innovación del Gobierno de Estados Unidos, desde internet hasta la nanotecnología, demuestra que ha sido decisivo para el Gobierno intervenir tanto en la investigación básica como en la aplicada. Los laboratorios de los NIH, responsables del 75 por ciento de los nuevos fármacos más revolucionarios, llevan a cabo investigación aplicada. Tanto en el caso de la investigación básica como en el de la aplicada, el Gobierno se encarga de aquello que el sector privado no está dispuesto a hacer. La financiación del Estado consigue que se hagan avances. Según Michael Grunwald, los 10.000 millones de dólares que la ARRA inyectó en los NIH están «consiguiendo algunos de los logros más emocionantes en investigación sobre el cáncer, la genómica del alzhéimer y muchas cosas más» (Andersen, 2012). Por tanto, la idea preconcebida de que hay que dejar que sea el sector privado el que lleve a cabo la investigación aplicada, y que esto incentivará la innovación, se sostiene sobre pruebas muy escasas (y podría incluso privar a algunos países de obtener logros importantes). Las preguntas realmente importantes son *qué* investigación se llevará a cabo y *quién* se encargará de desarrollarla.

«Alentar» a las economías no conduce a iniciar una verdadera «revolución verde». Aquellas naciones que se aferran a la falsa idea de que la inversión del Gobierno tiene algún tipo de punto equilibrador natural con el sector privado perderán la oportunidad de aprovechar una transición energética histórica, o se verán obligadas a importarla de otro país. En realidad, el Gobierno y las actividades

privadas suelen solaparse. Las empresas de tecnologías limpias, igual que la mayoría de las empresas, son propensas a reclamar subsidios e I+D dirigidos por el Estado en sus respectivos sectores. Ya he advertido de que los capitalistas de riesgo y los «emprendedores» responden al apoyo del Gobierno al elegir las tecnologías en las que invierten, pero raramente se centran en ellas en el largo plazo.

Alcanzar la tan necesaria revolución verde presenta un serio problema: si se tiene en cuenta la aversión al riesgo de las empresas privadas, los gobiernos necesitan sostener la financiación de la búsqueda de ideas radicales que ejecuten dicha revolución verde. Los gobiernos deben asumir el papel de liderazgo que les es propio para apoyar el desarrollo de las tecnologías limpias después de su etapa de prototipo hasta su viabilidad comercial. Alcanzar la «madurez» tecnológica requiere más apoyo directo para preparar, organizar y estabilizar un «mercado» saludable, en el que la inversión entraña un riesgo razonablemente bajo y se pueden obtener beneficios. Muchas de las herramientas para conseguirlo están disponibles en la actualidad, pero allí donde abundan la estrategia, las herramientas y los impuestos, la voluntad política suele ser el recurso escaso. Sin el valor y el compromiso total de las economías más ricas, que también son algunas de las más contaminantes, cabe la posibilidad de que la retirada del apoyo a las tecnologías cruciales durante periodos económicos de recesión conduzca al desastre.

En aquellos países que utilizan los recursos del Gobierno para darles un «empujón» serio a las tecnologías limpias, a través del compromiso con los objetivos y los niveles de financiación que aspiran a desempeñar unas tareas aparentemente imposibles, hay un valor real. Valor es el intento de China de construir un mercado del tamaño de las redes eléctricas de Estados Unidos y Europa para las turbinas eólicas en 2050, e incrementar un 700 por ciento su mercado de placas solares fotovoltaicas en solo tres años. Valor es también que los bancos de desarrollo participen en aquellos proyectos en los que los bancos comerciales dudan, promoviendo el desarrollo, el crecimiento de la empresa y unos beneficios sobre las

inversiones para los contribuyentes que sean fácilmente identificables. Es importante que se reconozca la importancia del dinero público en la promoción de tecnologías y la generación de beneficios. El éxito aumenta las probabilidades de que se apoye otra ronda de inversiones de alto riesgo, y le da una mayor visibilidad al papel positivo que puede desempeñar el Gobierno en el impulso a la innovación.

Mientras que algunos países europeos han demostrado el valor de la política de largo plazo de apoyo a la I+D y al despliegue del mercado, Estados Unidos ha demostrado cómo mantener un estado de incertidumbre puede llevar a perder oportunidades (en el capítulo siguiente se exponen los ejemplos de las tecnologías de las energías solar y eólica). Estados Unidos ha llegado a este punto al no conseguir adoptar un plan energético nacional que estableciera como prioridad las energías renovables, a la vez que se ha negado a reducir o abandonar el apoyo a otras tecnologías energéticas más maduras, dejando la tarea de establecer la dirección de la política a los estados. Las empresas eólicas, como Vestas y General Electric, no han dudado en señalar que los cambios de política, tales como la expiración de subsidios clave para las energías renovables en Estados Unidos o la «falta de visión» en Reino Unido, alterarán sus decisiones de inversión en detrimento de estos países. Se han cancelado planes para crear nuevas plantas de producción o desarrollar actividades, o se han trasladado a otros países donde las perspectivas son más prometedoras. El liderazgo del Estado en estos países «dudosos» restringe los recursos disponibles para las tecnologías limpias hasta que llegue la próxima crisis energética y el Gobierno federal se ponga en marcha.

En este aspecto, Estados Unidos (y otros países) deberían aprender de los ejemplos de otras naciones, que han creado bancos de desarrollo que pueden proporcionar un mayor control al incremento de actividades y al crecimiento de empresas en etapas más avanzadas. Algunos de ellos, que se han centrado en gran medida en la financiación de proyectos de energías renovables, también han utilizado su influencia para dar oportunidades a los productores a fin de que invirtieran en cadenas de oferta nacionales.

Los beneficios de estos préstamos proporcionan un rendimiento más visible para los contribuyentes, y promueven de forma más certera la creación de empleo, sobre todo porque los bancos de desarrollo pueden satisfacer los intereses del público.

LA IMPORTANCIA DEL CAPITAL PACIENTE: FINANZAS PÚBLICAS Y BANCOS ESTATALES DE DESARROLLO

Las tecnologías limpias avanzadas (igual que todas las tecnologías radicales) tienen muchos obstáculos que superar. Algunos de ellos pueden estar relacionados con los desarrollos técnicos (tales como mejorar o inventar técnicas de producción), mientras que otros se deben a las condiciones del mercado o la competencia. En el caso de las fuentes de energía renovables, como las energías eólica o solar, los mayores obstáculos son la amplia aceptación social o la necesidad de suministrar energía a un precio menor que otras empresas o tecnologías (Hopkins y Lazonick, 2012). Los mercados energéticos residencial, comercial y de servicios públicos en los que compiten están sujetos a un apoyo gubernamental inestable o inadecuado. Si se tienen en cuenta estos retos, el riesgo financiero de apoyar a una empresa hasta el momento en que pueda producir en masa, capturar cuota de mercado y alcanzar economías de escala, con lo que se reducen los costes unitarios, es demasiado elevado para la mayoría de los fondos de capital riesgo (véase Hopkins y Lazonick, 2012, p. 7). El capitalista de riesgo tampoco quiere participar en el desarrollo tecnológico que no lleva a una oferta pública inicial exitosa, a una fusión o una adquisición. Es de estas oportunidades de «salida» de las que obtienen sus beneficios. A pesar de que hay un elevado grado de especulación detrás de todas las decisiones de inversión del capitalista de riesgo, es improbable que invierta sin un fuerte empujón del Gobierno en forma de objetivo de desarrollo tecnológico. De hecho, en ausencia de un modelo de inversión adecuado, el capitalista de riesgo se resistirá a proporcionar el «capital paciente» necesario para el desarrollo total de las innovaciones radicales.

En el juego de la innovación es fundamental que la financiación sea «paciente» y capaz de aceptar el hecho de que la innovación es altamente incierta y requiere mucho tiempo (Mazzucato, 2010). El capital paciente puede tomar diferentes formas. En Alemania, la política de tarifas de alimentación es una buena forma de «capital paciente» público, que apoya el crecimiento a largo plazo de los mercados de energías renovables. En cambio, la disponibilidad de desgravaciones fiscales, que suelen ser inciertas, se ha convertido en Estados Unidos y Reino Unido en una forma de «capital impaciente» que no se puede decir que haya ayudado a la industria a despegar. El capital paciente más visible del que disponen los productores y desarrolladores de tecnología de energías renovables ha sido el que llega a través de inversiones financiadas por el Estado o bancos de desarrollo. Según el Consejo Global de la Energía Eólica:

El principal factor que distingue a los bancos de desarrollo de las instituciones de préstamo del sector privado es su capacidad de asumir un mayor riesgo asociado con aspectos políticos, económicos y de localización. Además, puesto que no se les exige que paguen dividendos a accionistas privados, los bancos de desarrollo asumen mayores riesgos que los bancos comerciales a la hora de satisfacer los diversos objetivos nacionales e internacionales «de bien público». Además, no existe financiación de largo plazo del sector privado con un vencimiento superior a los diez años. (Fried, Shukla y Sawyer, 2012, p. 6).

El papel y el alcance de los bancos de desarrollo va más allá de limitarse a financiar proyectos. Estos pueden establecer las condiciones de acceso al capital, en un esfuerzo para maximizar el valor económico o social para su país. La mayoría de los bancos de desarrollo buscan de manera deliberada invertir en áreas que tienen un elevado valor social y están dispuestos a conceder préstamos arriesgados de los que el sector comercial huiría. Además, no solo apoyan el consumo de energías renovables, también pueden apoyar su producción. Los bancos de desarrollo son financiadores flexibles y pueden suministrar una cantidad significativa de capital a proyectos de energía renovable que pueden representar un gran riesgo de inversión, al igual que el capital que busca producir nuevas tecnologías.[\[14\]](#)

Tal como hemos observado en Estados Unidos, el capitalista de riesgo suele proporcionar la financiación destinada a la transición de la empresa hacia la producción comercial, a pesar de que a menudo no puede suministrar el capital necesario o no está dispuesto a hacerlo si la incertidumbre del mercado retrasa o impide la esperada oferta pública inicial, fusión o adquisición. De forma similar, los bancos comerciales pueden percibir que las empresas pequeñas de tecnologías limpias son demasiado arriesgadas y, por tanto, no cabe esperar que llenen el vacío de la falta de inversión. En realidad, esto se debe a que los inversores comerciales e institucionales no «ven» tecnología, sino los beneficios (o la falta de beneficios) que una cartera de gestión de riesgo puede producir en un periodo determinado. Así, los bancos de desarrollo pueden dar oportunidades a través de la financiación del crecimiento de empresas estratégicas, como las de la industria verde y los mercados en los que venden.

La financiación pública (como la concedida por los bancos de desarrollo del Estado) es, en ese sentido, mejor que el capital riesgo o la banca comercial para promover la innovación, gracias a que es comprometida y «paciente», pues da tiempo a las empresas para que superen la significativa incertidumbre generada por la innovación. Los bancos de inversión del Estado, sobre todo en los países emergentes como China y Brasil, pero no solo en ellos, están demostrando ser unos actores de primer orden, no solo para el préstamo «contracíclico» —muy importante en las recesiones— sino también para el apoyo a la innovación en tecnología limpia, que es altamente incierta e intensiva en capital. Además, los beneficios obtenidos por los bancos de inversión públicos permiten generar un círculo virtuoso que premia el uso del dinero de los contribuyentes de forma directa, al mismo tiempo que se generan otros beneficios indirectos (por ejemplo, bienes públicos).

Tal como he expuesto en los capítulos previos, las empresas y el Estado han sido socios históricos en el proceso de desarrollo económico y tecnológico. Sin gobiernos que estén dispuestos a asumir una parte fundamental del riesgo, de la incertidumbre y del coste de los desarrollos tecnológicos revolucionarios, las empresas

probablemente no los llevarían a cabo por su cuenta.[\[15\]](#) Los riesgos financieros y tecnológicos ligados al desarrollo de las energías renovables modernas han sido demasiado elevados como para que el capital riesgo los asumiera, debido a la dimensión y la duración de los riesgos técnicos que hay detrás de la tradicional prueba de concepto. Incluso si se consigue la prueba de concepto, la producción a la escala requerida para una producción rentable puede no ser factible. Un problema clave es que el capital riesgo está buscando beneficios que no son realistas en las tecnologías intensivas en capital, que todavía son muy «inciertas», tanto en términos de producción como de distribución (demanda). Los beneficios especulativos posibles en la revolución de las TIC no son una «norma» que deba replicarse en todas las demás industrias de alta tecnología.

A lo largo del tiempo ha habido diferentes tipos de políticas gubernamentales preponderantes en los orígenes de muchas revoluciones verdes. Para ilustrar esta idea, el siguiente capítulo analiza la historia de dos tecnologías de energías renovables: las turbinas eólicas y los módulos solares fotovoltaicos.

LAS ENERGÍAS EÓLICA Y SOLAR: HISTORIAS DE ÉXITO DEL GOBIERNO Y TECNOLOGÍAS EN CRISIS

Somos como cualquier empresa internacional: tratamos con el Gobierno. Con el Gobierno chino, el Gobierno alemán, el Gobierno estadounidense, y con muchos gobiernos internacionales. Y, por supuesto, obtenemos apoyo del Gobierno en forma de subvenciones a la investigación y desarrollo, y subsidios gubernamentales para expandirnos. Creo que casi todas las empresas solares de Estados Unidos han recibido una subvención del Gobierno estadounidense, del mismo modo que las empresas alemanas han conseguido subsidios del Gobierno alemán. Esto se debe a que es una industria muy joven que necesita apoyo público. Pero la industria está a punto de ser independiente de las ayudas gubernamentales. Creemos que, para 2015, el 50 por ciento de los países habrán alcanzado la paridad de la red eléctrica, lo que implica no recibir más subsidios del Gobierno.

SHI ZHENGRONG, director ejecutivo de Suntech Power (2012)

El capítulo 6 explicaba cómo los países realizan sus inversiones en I+D, producción y difusión de la «revolución industrial verde». Pero plantar las semillas de ese gran cambio económico y social supone algunos retos. En este capítulo intentaré profundizar en la interacción entre la política y el desarrollo económico proporcionando ejemplos históricos de políticas de innovación efectivas (o inefectivas) y de cómo el Estado desempeña un papel importante en la promoción de tecnologías radicalmente nuevas, no

solo creando nuevas desgravaciones fiscales, sino también implicándose de forma continua en cada uno de los aspectos de los negocios de las energías eólica y solar. Veremos que, por tanto, el Estado está desarrollando una función relevante en la invención de tecnología, su desarrollo, su producción con éxito y su despliegue. Analizaré la historia reciente de las tecnologías eólicas, a partir de la crisis de la década de 1970. Después presentaré una breve historia de las empresas pioneras en energía solar. Ambos apartados muestran que detrás de muchas empresas eólicas y solares, y de sus tecnologías clave, está la mano activa y visible del Estado que, tal como se ha demostrado en los capítulos anteriores, también contribuyó al surgimiento de internet, la biotecnología, la nanotecnología y otros sectores tecnológicos radicales. Fueron agencias concretas del Estado las que dieron el empujón y proporcionaron la financiación de alto riesgo inicial, y las que crearon un entorno institucional que permitió consolidar estas importantes tecnologías. Este capítulo insiste en el hecho de que la estrategia de Estados Unidos (que tiene orígenes históricos) generó muchos beneficios gracias a la inversión del Estado, beneficios que ahora están aprovechando otros países como Alemania, Dinamarca y China.

Si no fuera por el compromiso con la I+D de gobiernos de todo el mundo y la difusión de tecnologías como las turbinas eólicas y los paneles solares fotovoltaicos, la transformación energética que empezó a despegar en la última década no se habría producido. «Ejecutar» esta revolución ha requerido grandes cambios legislativos, compromisos financieros y un apoyo de largo plazo para las empresas emergentes. No siempre está claro cómo conectar a las empresas dominantes y sus tecnologías con los esfuerzos de los gobiernos de todo el mundo, pero lo que sí está claro es que *ninguna* empresa líder en tecnología limpia ha surgido de una «génesis de mercado» pura, es decir, sin que el Estado haya desempeñado ningún papel en absoluto. Esta es una realidad que exploro en la segunda parte del capítulo.

No obstante, la revolución de la tecnología limpia parece estar en una encrucijada, por no decir que en una crisis. A partir de las

lecciones históricas, en el apartado de conclusiones regreso a los mitos planteados en el capítulo 2 y los utilizo para desmontar algunos «mitos de la tecnología limpia». En concreto, demuestro que, al contrario de la percepción comúnmente aceptada: a) la I+D no es suficiente; b) el capitalista de riesgo no es amante del riesgo y c) lo pequeño no tiene por qué ser hermoso. Con el objetivo de que en esta encrucijada se tome la dirección verde, las políticas gubernamentales deberán superar los prejuicios ingenuos que alimentan estos mitos e ideologías distorsionadores.

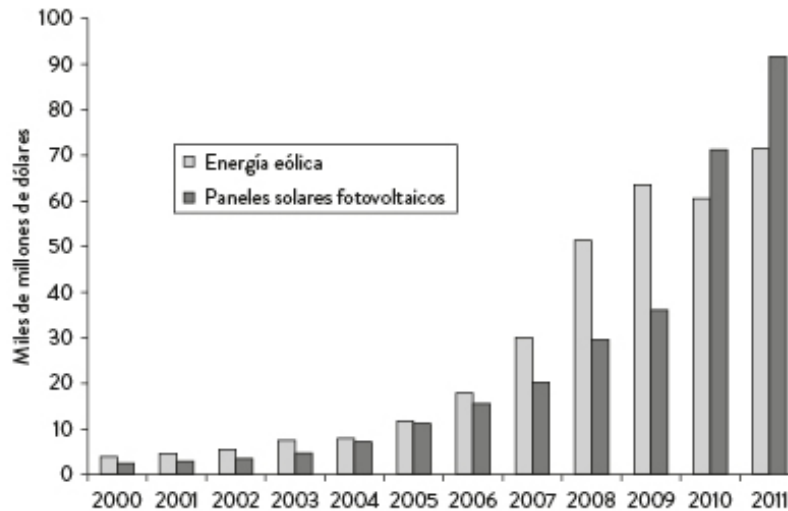
LAS ENERGÍAS EÓLICA Y SOLAR: CRECIMIENTO ALIMENTADO POR LA CRISIS

La aparente disposición del Estado a aceptar el riesgo del desarrollo de la tecnología limpia ha tenido un impacto positivo. En las últimas décadas, las turbinas eólicas y los paneles solares fotovoltaicos han sido dos de las tecnologías de energías renovables que más rápidamente se han desplegado en todo el planeta, engendrando industrias crecientes que están emergiendo en muchas regiones del mundo. En 2008 se destinaron 194.000 millones de dólares a tecnologías limpias emergentes, en un esfuerzo de proporcionar el tan necesario estímulo económico para contrarrestar los efectos de la crisis económica global (NSB, 2012, p. 62). Como resultado de la crisis económica se alcanzó un «acuerdo» global oficioso que orbitaba en torno a la idea de que había llegado (otra vez) el momento propicio para las tecnologías limpias. Parecía que era posible llevar a cabo una revolución energética verde.

Sin embargo, es fácil exagerar los progresos que se están haciendo en los sectores tecnológicos verdes. A pesar de que los mercados eólicos se contrajeron en 2010, en gran parte como resultado de la crisis financiera en Estados Unidos (que hoy en día es el segundo mayor mercado de energía eólica del mundo, por detrás de China), los mercados solares prácticamente han doblado sus dimensiones entre 2009 y 2010, y han superado a la energía eólica por primera vez en la historia. El gráfico 17 ilustra el rápido

crecimiento de estos mercados. En conjunto, las energías eólica y solar representaron un mercado global de 164.000 millones de dólares en 2011, en comparación con los apenas 7.000 millones de 2000.

GRÁFICO 17. MERCADO GLOBAL DE LAS ENERGÍAS SOLAR Y EÓLICA (MILES DE MILLONES DE DÓLARES ESTADOUNIDENSES) (2000-2011)



FUENTE: Pernick *et al.* (2012).

El despliegue a escala mundial de los paneles solares fotovoltaicos y las turbinas eólicas son dos soluciones tecnológicas para satisfacer las necesidades energéticas futuras y mitigar el cambio climático. Igual que las tecnologías que hay detrás del iPod, el iPhone y el iPad de Apple (véase el capítulo 5), el sector público ha asumido el liderazgo en el «ecosistema de innovación» en la tecnología verde. Las tecnologías de las energías solar y eólica han sido el fruto de grandes inversiones del Gobierno, que catalizaron su desarrollo histórico alrededor del mundo.

Estados Unidos y China poseen la mayor capacidad eólica desplegada a nivel mundial, pero fue Dinamarca la que creó hace décadas el principal productor de turbinas eólicas: Vestas. En Estados Unidos, los principales productores también emergieron durante la década de 1980, pero todos ellos desaparecieron

mediante adquisiciones o bancarrotas.^[1] Los recursos solares de Alemania son inferiores a los de Estados Unidos, pero sigue siendo el líder mundial en cuanto a utilización de energía solar fotovoltaica. China es la principal productora de paneles solares fotovoltaicos, y ha conseguido superar a Estados Unidos, Japón y los países europeos que habían dominado el sector en las décadas previas.

Resulta necesario explicar por qué un país como Estados Unidos puede convertirse en uno de los principales mercados pero no es capaz de consolidarse como un productor importante y, por el contrario, cómo China puede convertirse en el principal productor sin haber tenido un mercado doméstico hasta fechas bien recientes. Lo que distingue a estos países no tiene nada que ver con su «ventaja competitiva» como productores de turbinas eólicas o paneles solares fotovoltaicos, ni con la abundancia natural de viento o sol. Históricamente, el desarrollo de las energías eólica y solar ha reflejado las diferencias que se producían en las políticas del Gobierno orientadas a *promover* estas fuentes de energía. Para algunos países, este es un proceso que ha avanzado durante varias décadas; para otros, consiste en «ponerse al nivel de los demás». Pero en todos los casos son las herramientas utilizadas por los gobiernos las que han apoyado y promovido los resultados. La historia del desarrollo de la tecnología de la energía eólica a nivel internacional y la historia de las principales empresas eólicas y solares ofrecen ejemplos de hasta qué punto estas industrias se han beneficiado de manera directa (e indirecta) de diferentes tipos de apoyo y financiación pública.

DE LA PRIMERA «RÁFAGA DE ENERGÍA EÓLICA» AL SURGIMIENTO DEL SECTOR DE LA ENERGÍA EÓLICA EN CHINA

La primera «ráfaga de energía eólica» (1980-1985) tiene como telón de fondo la crisis energética de la década de 1970. Unos cuantos países invirtieron de manera activa en turbinas eólicas como solución para mitigar la dependencia con respecto a los combustibles fósiles como fuentes generadoras de electricidad. En la década de 1970,

Dinamarca, Alemania y Estados Unidos iniciaron importantes proyectos de I+D en energía eólica. El objetivo más habitual era construir máquinas de 1 megavatio o más. Se crearon diseños que pudieran ser comercializados y explotados por las empresas existentes, que solían dedicarse a los campos de la tecnología aeroespacial o de la maquinaria agrícola (Soppe, 2009; Heymann, 1998; Nielsen, 2010). Estados Unidos gastó más que Alemania o Dinamarca en I+D en energía eólica, y a pesar de utilizar a la NASA para liderar el programa, no consiguió desarrollar ningún diseño comercial viable. Alemania corrió una suerte parecida. Solo Dinamarca consiguió que la I+D financiada por el Gobierno se tradujese en un éxito comercial, y le dio una valiosa ventaja durante los primeros años de la industria de la energía eólica.

Heymann (1999, p. 661) no atribuye el éxito de la industria danesa al impulso tecnológico que supuso la colaboración con la I+D financiada por el Estado y afirma que fueron los diseñadores daneses los que produjeron modelos fiables que se ampliaron a lo largo del tiempo. Kamp (2002, p. 205) y Nielsen (2010, p. 176) consideran que la divergencia entre países tiene su origen en la decisión de los daneses de seguir y desarrollar la tecnología basada en un diseño previo de turbina eólica llamada Gedser, que era una máquina robusta y fiable con un eje con tres palas horizontales. La turbina Gedser fue desarrollada por Johannes Juul y los ensayos fueron financiados en un primer momento por la empresa pública de suministros SEAS y la Asociación Danesa de Empresas de Suministros (Heymann, 1998, p. 117; Kamp, 2002, p. 130). Más adelante, los gobiernos danés y estadounidense asignaron millones para someter a prueba el diseño de la turbina Gedser con el objetivo de desarrollar turbinas eólicas para las redes eléctricas modernas (Kamp, 2002, p. 133). Pese a contar con el ejemplo de la turbina Gedser, Estados Unidos y Alemania intentaron desarrollar diseños más ligeros y eficientes desde el punto de vista aerodinámico, aunque a menudo menos fiables, basados en prototipos que en un primer momento se habían concebido durante la Segunda Guerra Mundial en Alemania y Estados Unidos.

Los esfuerzos de Dinamarca en el campo de las turbinas eólicas incluían el desarrollo de un prototipo financiado por el Estado que llevó a los grandes productores a conseguir experiencia con la tecnología y crear una cadena de oferta funcional. Empresas como Bonus y Vestas fueron capaces de comprar patentes creadas por el programa de investigación danés y empresas más pequeñas pioneras en las turbinas eólicas de menor escala, con lo que obtuvieron el control sobre el conocimiento y aprendizaje colectivo que se estaban produciendo. Después aplicaron su experiencia en la producción de equipos para granjas e inyectaron capital en el desarrollo de máquinas robustas a mayor escala, y por último buscaron la integración vertical (Kamp, 2002; Heymann, 1998). Las actividades de I+D de Dinamarca se complementaron con desgravaciones fiscales, que fueron eliminándose de manera gradual durante una década. Las desgravaciones fiscales contribuyeron al lanzamiento de un mercado doméstico para la energía eólica, a la vez que los incentivos federales y los del estado de California generaron oportunidades de exportación para los productores daneses.

La «gran I+D gubernamental» de Estados Unidos y Alemania fue considerada un «fracaso», en gran medida porque estos programas no produjeron de inmediato diseños de turbinas eólicas que pudieran comercializarse con éxito. Obviamente, si los gobiernos están dispuestos a asumir los enormes riesgos que las empresas privadas no asumen, lo más probable es que unas veces fracasen y otras tengan éxito. Pero si no lo hacen, nunca tendrán éxito. No obstante, este fracaso en concreto relanzó en Estados Unidos, que estaba bajo la Administración Reagan, la idea de que el Gobierno es, por definición, incapaz de «tomar decisiones correctas», una ideología que los economistas y políticos conservadores han utilizado a menudo para limitar o rechazar la intervención gubernamental en la industria de la tecnología limpia.^[2]

A diferencia de Estados Unidos (que recortó de manera drástica la financiación para el programa de energía eólica), Alemania no se rindió y mantuvo la I+D financiada por el Estado a pesar de sus «fracasos», y además la expandió financiando con recursos públicos

la I+D industrial y académica, así como un programa que permitía poner a prueba de forma controlada los diseños alemanes (Soppe, 2009, p. 11). En su análisis de esta historia, Soppe (2009, p. 12) añade que Alemania también promovió varias opciones de desarrollo, a través de la financiación de turbinas de diferentes tipos (en lugar de sesgar la concesión de fondos a favor de las máquinas enormes, tal como hizo Estados Unidos en un primer momento). El programa de Dinamarca fue menos costoso y tuvo más éxito, en parte a causa de la participación de grandes productores de maquinaria para granjas, como Vestas, que comprendió cómo combinar el diseño robusto con el énfasis del sector aeroespacial en la ligereza y la máxima eficiencia.

Tanto si se consideran un éxito como un fracaso, las acciones de estos gobiernos hicieron que volviera a haber demanda de energía eólica. Estados Unidos, que luchaba por estar en la vanguardia de la producción, solo consiguió crear un mercado dominante —«ejecutando» en lugar de limitarse a «alentar»— en el que podían entrar con confianza las empresas privadas. Una vez más, el Estado «leonino» abrió camino para que los animales «domésticos» —las empresas privadas— actuaran.

Por irónico que parezca, las condiciones favorables para la energía eólica creadas por el Gobierno de Estados Unidos y el estado de California atrajeron oportunidades no solo para las empresas estadounidenses. También convocaron a Vestas de Dinamarca, que se convirtió en el proveedor de turbinas de Zond Corporation, un productor de energía eólica con sede en California. Con pocos modelos de turbinas eólicas puestos a prueba disponibles entre los que elegir, Zond se convirtió en un importador de turbinas eólicas, le encargó más de mil turbinas a Vestas y de ese modo se consolidó como la única fuente de financiación del crecimiento inicial del negocio de la energía eólica de la empresa. Cuando terminó el programa de ayudas fiscales de California a finales de 1985, Zond se negó a pagar por sus últimos envíos de turbinas eólicas (que habían sido enviadas con retraso), lo que contribuyó a la quiebra de Vestas. Para sobrevivir, Vestas abandonó su negocio de maquinaria de granja y no tardó en reaparecer como un productor en exclusiva de

turbinas eólicas, campo en el que se convirtió en líder mundial. Sin el apoyo del Gobierno de Estados Unidos y del estado de California en ese momento, y sin la indulgencia del Gobierno danés, que permitió que la empresa se reestructurara, Vestas probablemente no se habría convertido en un productor líder a nivel mundial.

Del puñado de empresas que surgieron en Estados Unidos para obtener beneficio del llamamiento para llevar la energía eólica a Estados Unidos, fue US Windpower (más adelante Kenetech) la que se convertiría en la primera en asumir el liderazgo y la que más adelante sería el antepasado tecnológico de la división de turbinas eólicas de General Electric, una de las más grandes del mundo. En las decisiones estratégicas de Kenetech influyeron las inversiones que el Gobierno realizó en energía eólica. Kenetech se fundó en Massachusetts y se trasladó a California en respuesta al amplio apoyo político que allí se ofrecía. Obtuvo alguno de los componentes de su plan de negocio, el conocimiento de su tecnología eólica y la tecnología de su prototipo, de la Universidad de Massachusetts-Amherst, una universidad pública con un activo programa sobre energía eólica parcialmente financiado por el DoE. Kenetech fue también una de las primeras empresas que utilizó ordenadores para controlar y regular sus turbinas mediante mecanismos electrónicos, optimizando los resultados y la fiabilidad de los diseños que, de lo contrario, habrían sido menos robustos que sus homólogos daneses. [3] Kenetech sigue siendo uno de los pocos productores de turbinas eólicas establecidos en Estados Unidos que ha crecido desde una etapa semilla hasta una oferta pública inicial; pero en 1996 terminó quebrando a causa de grandes pérdidas por garantías, en las que incurrió después del lanzamiento de una turbina eólica de vanguardia de velocidad variable. Según Ruegg y Tomas (2009, pp. 37-38), General Electric dispone del mayor número de familias de patentes relacionadas con investigación financiada por el DoE, pero Kenetech fue una de las poquísimas empresas que tenían más de cinco. Ruegg y Tomas trazan «relaciones extensivas» entre la investigación del DoE y las empresas líderes en energía eólica, que sugieren que la investigación del DoE ha sido «particularmente influyente en la tecnología desarrollada por General Electric y Vestas,

los dos principales productores a nivel global de turbinas a gran escala» (2009, pp. 41-42).

A diferencia de Vestas, Kenetech no disfrutó de la indulgencia del Gobierno de Estados Unidos o de sus inversores y alrededor de mil trabajadores perdieron su empleo cuando la empresa cerró. Zond Corporation compró la tecnología de la turbina eólica de velocidad variable y desarrolló turbinas eólicas con la ayuda del DoE. Más adelante, Zond fue (parcialmente) adquirida por Enron (en 1997) y, después del escándalo de Enron, General Electric compró las tecnologías de Zond para convertirse rápidamente en uno de los mayores proveedores de turbinas eólicas del mundo. A partir de ese momento, la poderosa combinación de subsidios gubernamentales a los mercados de energía eólica concedidos a niveles federal y estatal, junto con los recursos, estabilidad y tecnología de una gran corporación, convirtieron a General Electric en el productor de energía eólica «más importante de Estados Unidos» (Hopkins, 2012). Hasta la fecha, a pesar de la amenaza a nivel mundial de la competencia china, General Electric domina el mercado estadounidense de turbinas eólicas. Las tecnologías desarrolladas gracias a la contribución tanto del Estado como de las empresas privadas (tales como Kenetech y Zond), constituyen una importante, aunque fácilmente olvidada, lección sobre desarrollo tecnológico. La industria eólica de Estados Unidos nos narra una historia sobre cómo la innovación y el crecimiento económico son el resultado del apoyo del Estado a las empresas.

Durante años, el DoE hizo avanzar la ciencia básica de la energía eólica a través de los laboratorios nacionales y las universidades, y gracias a esto se redujo el coste de la energía eólica y aumentó la fiabilidad en diferentes aspectos. Los avances en aerodinámica fueron especialmente importantes, puesto que las turbinas eólicas operan en entornos que son diferentes de los de los aviones o helicópteros. La modelización informática avanzada incrementó la fiabilidad y la eficiencia de los diseños de turbinas, y las frecuentes colaboraciones con la industria produjeron modelos más nuevos con mejores factores de capacidad (un indicador aproximado de la eficiencia). El mapeo avanzado de los recursos eólicos también

proporcionó a los productores de energía eólica información precisa sobre los emplazamientos, hecho que contribuyó al diseño de sus proyectos. Después de gastar 1.200 millones de dólares, el coste de la energía eólica cayó de más o menos 30-50 centavos por kilovatio/hora en la década de 1970 a 3 centavos por kilovatio/hora en la década del 2000 (con la ayuda de la I+D financiada por el Estado en el diseño del perfil aerodinámico y otros componentes de las turbinas), mientras que la eficiencia de las turbinas se multiplicó por más de tres, su disponibilidad operativa llegó casi el ciento por ciento, y la vida útil esperada alcanzó los treinta años.

La importancia del apoyo del Gobierno se aprecia con mucha mayor claridad a través de las consecuencias de su retirada: cuando el Gobierno de Estados Unidos eliminó los subsidios a la producción de energía eólica, a mediados de la década de 1980, y recortó el presupuesto de I+D del DoE en una reacción en contra de los intentos de promover la innovación energética, el mercado nacional se estancó y la oportunidad para la industria se fue a Europa o, para ser más precisos, a Alemania. El Ministerio Federal de Investigación y Tecnología de Alemania lanzó un programa para producir 100 megavatios de energía eólica en 1989. Con un programa de tarifas de alimentación que permitía precios por encima de los de mercado para la energía eólica y una desgravación fiscal del 70 por ciento para los pequeños productores, Alemania inició su reinado como el mercado más activo del mundo para la producción de energía eólica (Lauber, Volkmar y Mez, 2006, p. 106). Además de establecer los objetivos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la intención de satisfacer los objetivos de producción de energías renovables a través de producción doméstica, Alemania también reservó una financiación nacional y estatal de aproximadamente 2.200 millones de dólares para apoyar la continuidad de la I+D en energía eólica. El enfoque de largo plazo de Alemania con respecto a la producción de energía eólica ganó impulso durante la década de 1990 y aún se mantiene, permitiendo la emergencia de productores líderes, a la vez que un crecimiento anual estable de la capacidad productiva. Los horizontes temporales de veinte años que estiman los incentivos gubernamentales son el

doble de largos que los de Estados Unidos, reduciendo así la incertidumbre del mercado e incrementando la confianza de los inversores.

China llegó relativamente tarde a la tecnología de la energía eólica, a pesar de que en la década de 1980 ya había promovido la inversión en energías renovables como solución técnica al desarrollo de la infraestructura eléctrica en las zonas rurales (Mia *et al.*, 2010, p. 440). La empresa Goldwind, una de las principales productoras de turbinas eólicas, fue creada en 1998 e inicialmente utilizó licencias alemanas de Jacobs (una empresa que más tarde fue adquirida por REpower) y de Vensys Energiesysteme GmbH (Lewis, 2007, p. 15). Las turbinas de Goldwind se beneficiaron de las agresivas reglas sobre producción nacional que se aprobaron en 2003, que exigían que el 70 por ciento de las turbinas eólicas que se vendían en China fueran de producción nacional (Martinot, 2010). Esto cerró la puerta a las empresas extranjeras de forma efectiva, al tiempo que los principales productores de energía eólica de China reforzaban su cadena de oferta doméstica y su presencia.

Además, los productores chinos de energía eólica recibieron contratos de veinticinco años con precios fijos, que se asignaron a través de un programa de «concesiones» (subasta competitiva). Los proyectos eólicos tenían acceso a financiación a bajo coste y, a partir de 2005, China empezó a financiar con fondos públicos la I+D y los proyectos a través de subvenciones o préstamos en condiciones favorables. China también ha dado prioridad a la reducción de su intensidad energética global (la relación entre la energía consumida y el PIB) y a los objetivos para el desarrollo de energía renovable. En este momento, China está intentando alcanzar los 1.000 gigavatios de energía eólica en 2050. El efecto ha sido claro: China no ha tardado en superar a Estados Unidos como mayor mercado de energía eólica del mundo en 2010. Al satisfacer estos objetivos de producción, sobre todo a través de los productores domésticos de turbinas eólicas, China también ha erosionado las cuotas de mercado globales de las otras empresas del mundo.

LAS EMPRESAS DE ENERGÍA SOLAR Y EL ORIGEN DE SUS TECNOLOGÍAS

Cambios de política parecidos a los que configuraron el mercado eólico de California durante la década de 1980 proporcionaron el catalizador para que emergiera un mercado global de paneles solares fotovoltaicos. Los Laboratorios Bell inventaron la primera célula solar fotovoltaica de C-Si en 1954, cuando todavía formaban parte del monopolio regulado AT&T. El DoD y la NASA crearon la primera gran oportunidad para la tecnología solar fotovoltaica, ya que empezaron a comprar células solares producidas por la empresa estadounidense Hoffman Electronics para suministrar energía a los satélites espaciales.[\[4\]](#) A pesar de que la carrera espacial convirtió al Gobierno en un cliente que no escatimaba en gastos y al que no le importaban los costes, la posibilidad de que los primeros productores de energía solar pudieran desarrollar esta tecnología sobre la superficie terrestre se vio facilitada en parte por la ventaja en costes y resultados que tenía en los mercados de aplicaciones energéticas remotas, que llevaron a utilizar esta tecnología en la iluminación de señales en plataformas petroleras en alta mar, la protección de la corrosión en perforaciones petroleras, las torres de comunicación remota y las señales de carreteras (Perlin, 1999). En la mayoría de los casos, no obstante, la existencia de tales aplicaciones fue el resultado de la regulación, y la elección de la energía solar con paneles fotovoltaicos/baterías para las plataformas petroleras se basó en parte en el hecho de que en 1978 la EPA declaró que era ilegal que las empresas petroleras tiraran las baterías agotadas al océano (Perlin, 1999, p. 62).

Hay diversas iniciativas gubernamentales modernas que contribuyen a consolidar empresas y mercados líderes en paneles solares fotovoltaicos en todo el mundo. Pueden encontrarse muchos ejemplos de empresas innovadoras emergentes en Estados Unidos, donde First Solar, Solyndra, Sunpower y Evergreen desarrollaron innovadoras tecnologías solares de C-Si o de película fina.

First Solar surgió como resultado del intento de comercializar paneles solares fotovoltaicos de película fina de telururo de cadmio

(CdTe) y se convirtió en uno de los principales productores de CdTe en Estados Unidos. First Solar domina el mercado estadounidense de paneles solares fotovoltaicos de película fina y ha conseguido una tecnología revolucionaria y producir con costes bajos, lo que ha permitido a la empresa generar más de 2.000 millones de ingresos anuales desde 2009. Las patentes de First Solar tienen «relaciones extensivas» con investigación previa del DoE (Ruegg y Thomas, 2011, pp. 4-11). Los desarrollos iniciales de la tecnología líder del CdTe de First Solar fueron el resultado del trabajo del fundador Harold MacMaster en colaboración con científicos de las instalaciones de investigación solar de la Universidad de Toledo, de financiación pública, y el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL). La asociación de First Solar con el NREL se remonta a 1991, momento en que la empresa todavía era conocida como Solar Cells.

Esta colaboración condujo al desarrollo de la deposición de transporte de vapor de alta velocidad, una forma mejor de producir los paneles de cristal de películas finas de CdTe, que First Solar empezó a producir en 2003 (NREL, 2012). Esta innovación acarrió grandes reducciones en el coste de los paneles de CdTe a lo largo del tiempo, a medida que se perfeccionaba el proceso. First Solar sigue siendo uno de los principales productores de paneles solares fotovoltaicos del planeta.

Solyndra, cuya historia he descrito con detalle en el capítulo anterior, fue fundada por Chris Gronet, un científico de Silicon Valley con experiencia en la industria de los semiconductores. A partir de la investigación nacional sobre los paneles solares fotovoltaicos CIGS, Gronet y sus empleados desarrollaron una tecnología innovadora con el apoyo estatal y federal. La capacidad de colocar los paneles CIGS en un cristal tubular dio a los paneles solares fotovoltaicos de Solyndra un aspecto único, que además les permitía capturar la luz directa y la reflejada sin necesidad de añadir un sistema de rastreo. Además, los paneles de Gronet tenían un sistema de enganche que los hacía fáciles de instalar, con lo que redujeron su coste en relación con otras tecnologías.

SunPower es un productor líder de paneles solares fotovoltaicos de C-Si de alto rendimiento, con una tecnología que batió récords a

nivel mundial. Esto también se debe en parte a investigaciones previas del Estado. El éxito de SunPower se basa en patentes de investigación del DoE, en este caso relacionadas con las tejas solares fotovoltaicas, los módulos fotovoltaicos y los sistemas de tejas (Ruegg y Thomas, 2011). La empresa fue creada en 1985 por el doctor Richard Swanson y recibió el apoyo inicial en I+D del DoE y del Electric Power Research Institute (EPRI) al tiempo que desarrollaba su tecnología en la Universidad de Stanford.

Evergreen Solar es una *spin-off* de la empresa ahora liquidada Mobil Solar, que se creó cuando un grupo de científicos «desertaron» de la empresa para desarrollar una versión rival de la tecnología de obleas String Ribbon. Evergreen creció con la ayuda del Gobierno, y obtuvo 60 millones de dólares en subsidios del estado de Massachusetts, la cantidad más elevada que el Estado le haya ofrecido jamás a una sola compañía. A pesar de la promesa de crear empleo en Massachusetts, Evergreen se dejó atraer con suma rapidez por China, que ofrecía condiciones de préstamo favorables a través de sus bancos públicos para subsidiar una nueva planta. A cambio de esta financiación, Evergreen accedió a compartir su tecnología innovadora con su socia Jiawei Solar (Sato, 2011). A pesar de haber acumulado casi 500 millones de dólares de pérdidas a lo largo de su historia, Evergreen llevó a cabo una oferta pública inicial de 42 millones de dólares en 2000, con lo que enriqueció a sus directivos con 36 millones de dólares en forma de remuneraciones y venta de acciones. (Este valor se basa en los limitados datos disponibles). En otras palabras, el apoyo público contribuyó a crear valor para el capital riesgo y los altos directivos, pero no consiguió generar los beneficios económicos prometidos para Estados Unidos, a la vez que probablemente se transfirió una tecnología innovadora a China. El estado de Massachusetts intentó demandar a Evergreen Solar para recuperar parte de su dinero (Haley, Usha y Schuler, 2011, p. 36), lo que indica que los políticos no son siempre meros administradores de los recursos fiscales, tal como a veces se interpreta, y en cambio se esfuerzan en capturar los beneficios de las industrias que se habían financiado con el dinero de los contribuyentes.

La empresa Suntech Power de China fue líder en cuota de mercado global en la producción de paneles solares fotovoltaicos de C-Si en 2011.^[5] Suntech Power se ha beneficiado de la importación de equipos de producción fotovoltaica de empresas estadounidenses en bancarrota (y de la adquisición de la corporación japonesa MSK), de la abundancia y disponibilidad de financiación pública de los bancos chinos nacionales y locales, y de los mercados europeos de paneles fotovoltaicos en auge. Su fundador, Shi Zhengrong, se doctoró y estableció muchas relaciones importantes en la Universidad de Nueva Gales del Sur (Australia), que alberga a algunos de los principales investigadores a nivel mundial en el campo de la energía solar, como el profesor Martin Green, con quien Shi desarrolló su tecnología antes de incorporarla a algunos de los productos de su empresa. Shi estudió tecnología solar fotovoltaica, se pasó trece años en Australia y trabajó para Pacific Solar, una alianza estratégica entre la Universidad de Nueva Gales del Sur y una empresa de suministros australiana, antes de regresar a China (Flannery, 2006). Shi se vio atraído por la ciudad de Wuxi, que le ofreció 6 millones de dólares para crear allí una planta de producción solar fotovoltaica en 2000 (Crouch, 2008). La tecnología Pluto C-Si de Suntech Power es un derivado de la revolucionaria tecnología PERL C-Si, desarrollada en la Universidad de Nueva Gales del Sur, y la empresa ha intentado de manera activa incorporar algunos aspectos de esta tecnología extranjera en sus productos comerciales. Así, sus productos se están aproximando a pasos agigantados a la eficiencia de los de sus rivales estadounidenses como SunPower.

Suntech Power, igual que la mayoría de los productores chinos de paneles solares fotovoltaicos, depende de la existencia de grandes mercados de exportación para crecer. Genera un porcentaje sustancial de sus ingresos en los mercados europeos de paneles solares fotovoltaicos, que están condicionados por fuertes incentivos a través de las tarifas de alimentación y otras políticas de apoyo gubernamental, que han destinado miles de millones a fomentar la tecnología solar fotovoltaica. No obstante, también se ha beneficiado del apoyo político en China, que ha garantizado a la empresa un tipo impositivo preferente del 15 por ciento, millones en subsidios y una

línea de crédito de 7.000 millones de dólares del Banco de Desarrollo de China (a la que siguieron millones en financiación comprometida del Gobierno local), que ya había concedido un préstamo en condiciones favorables de 47.000 millones de dólares a las empresas solares chinas en 2010 (Pentland, 2010).

Han sido esta gran cantidad de financiación pública comprometida y otras inversiones públicas las que han marcado la diferencia para los productores chinos de tecnología solar fotovoltaica, quienes disponen de los recursos necesarios para crecer, así como del compromiso de su Gobierno de ayudar cuando cambian las tendencias en los mercados globales, al tiempo que se empieza a consolidar un mercado doméstico más sólido para la energía solar fotovoltaica. China es ya líder en la calefacción solar por agua caliente y hay signos de que el mercado doméstico despegará, gracias a la rápida respuesta política y a las tensiones comerciales que han aparecido como consecuencia de las inquietudes por el rápido crecimiento de China en los mercados globales de tecnología solar fotovoltaica (Choudhury, 2012).

QUIEBRAS SOLARES: DONDE HAY VOLUNTAD HAY UN MODO

Sin embargo, en el momento en que se escribió este libro, Wuxi Suntech (una filial propiedad de Suntech Power Holdings) se declaró en quiebra. En marzo de 2013, solo pocos días después de no poder pagar a sus inversores 541 millones de dólares, estos demandaron a la empresa. Las repercusiones de esta acción plantean serias preguntas sobre el futuro de la joven industria solar china. A pesar de haber sido aclamado por la revista *Forbes* como el «Rey del Sol» en 2006, de ser propietario de 15 patentes de tecnología solar y de su genuina historia vital que lo hacía pasar de mendigo a millonario, el legado de Shi, el primer multimillonario solar y una de las personas más ricas del mundo, se está deteriorando a marchas forzadas, como consecuencia de las acusaciones de mala gestión y los intentos de expulsarlo de los cargos ejecutivos y del consejo de administración de la empresa que él mismo fundó (Flannery, 2006;

Ma, 2013). Ahora se prevé que la compañía quede bajo el control de la empresa pública Wuxi-Guolian. Los activos de la empresa se han dividido entre la filial Wuxi Suntech y Suntech Power. Se ha remitido a los inversores extranjeros a esta última, y los han obligado a estar «subordinados desde el punto de vista estructural» a los bancos públicos, que promovieron el crecimiento de la empresa a través del capital paciente (Bradshaw, 2013). Forzar a Suntech a declararse insolvente implica que Shi, que tiene una participación del 70 por ciento en Suntech Power (y un 30 por ciento de las acciones globales) y el resto de sus principales accionistas tal vez pierdan una inversión estimada de 1.280 millones de dólares en acciones y bonos de Suntech, mientras que los intentos de nacionalización de la empresa pretenden proteger los intereses de miles de trabajadores, de los bancos públicos que han respaldado la empresa y del Estado. Los bancos públicos, por su parte, poseen la mayoría de la deuda estimada de la empresa, de 2.200 millones de dólares.

El resultado de la quiebra de la empresa china Suntech contrasta con el resultado de la quiebra de Solyndra en Estados Unidos. Ante la situación de bancarrota, Solyndra llevó a cabo una reorganización de emergencia y recibió una inyección de capital de último minuto de 75 millones de dólares de sus inversores privados. (El Gobierno insistió en que los fondos provenían de fuentes privadas). El director ejecutivo del programa de préstamo del DoE, Jonathan Silver (un antiguo capitalista de riesgo), luchó a favor de la «seguridad de los contribuyentes», mientras que el director ejecutivo Brian Harrison (que anteriormente había trabajado en Intel y que había remplazado a Chris Gronet en 2010) se esforzó en destripar un «hinchado» departamento de I+D y terminó una nueva fábrica avanzada y totalmente automatizada con fondos del DoE, en un intento de reducir costes. Como resultado, tanto las ventas como los costes se movieron al principio en la dirección correcta (Grunwald, 2012, pp. 414-415). Tal como explicaré a continuación, la inyección de capital conllevó la nada despreciable condición de que en caso de quiebra los inversores privados serían los primeros en poder reclamar pérdidas. Además, todas las partes implicadas sabían también que la empresa «sería más rentable en el momento de quebrar si había

completado algún plan» (Grunwald, 2012, p. 415). Por tanto, incluso sin la financiación adicional del Gobierno de Estados Unidos, el intento de rescatar Solyndra fue una metedura de pata política (y económica), a pesar de que se haya podido describir como una prórroga heroica y valiente.

Es interesante llevar más lejos la comparación entre Suntech y Solyndra. Esta última estaba totalmente financiada por intereses privados, mientras que la primera estaba financiada por intereses públicos. Ambas compañías han fracasado, aunque el resultado esperado en ambos proyectos era el «mismo» —crear empleo y grandes beneficios, además de competir por la riqueza con otros países, los principales indicadores del éxito; competencia que se produjo en un contexto global—; es decir, una industria global que recibe apoyo político, igual que sus empresas, y que funciona en diferentes lugares del mundo presumiblemente con los mejores resultados. De manera que la producción de Solyndra y la producción de Suntech estaban compitiendo, por decirlo de algún modo, por el próximo consumidor alemán. Ambas empresas, desde Estados Unidos y China, respectivamente, cometieron los mismos errores. Crecieron demasiado rápido y no tenían mercado para sus propias redes eléctricas domésticas. Cada país disponía de un mercado gigante de 1 teravatio, capaz de ofrecer una oportunidad prácticamente ilimitada de crecimiento para empresas que, irónicamente, murieron a causa de la falta de clientes que pudieran absorber su producción. Con esta impresionante infraestructura ya creada, ¿por qué no pensar que sería absurdo que General Motors, Ford y Chrysler quebraran por falta de carreteras?

Mientras que Solyndra ha desaparecido, Suntech sobrevive. No obstante, el destino de Suntech no lo decidirán sus inversores, quienes por supuesto prefieren que les devuelvan sus fondos por encima de cualquier otra consideración. El fracaso de Solyndra evidencia el sistema de innovación «parasitario» que ha creado Estados Unidos para sí mismo, en el que los intereses financieros son siempre y en todas partes el juez, el jurado y el ejecutor de todos los dilemas de inversión innovadora. Quizá si se hubiera hecho de forma diferente, y con un ojo puesto en el valor del desarrollo

económico, más allá de los resultados financieros de corto plazo, Solyndra habría crecido hasta emplear a miles de trabajadores y habría generado miles de millones en ingresos, como General Electric. El destino de Suntech, por otra parte, lo decidirá el Estado, que es el que ha realizado las mayores inversiones en la empresa y que, ante la situación de bancarrota, tiene una perspectiva mucho más amplia sobre la posición de Suntech en la economía china y en su futuro. El Estado ha sostenido a Suntech durante la crisis económica: sus 20.000 puestos de trabajo se han convertido en fundamentales para la provincia de Jiangsu, que sufriría un doloroso ajuste estructural si la empresa se liquidase, se cerrase y se olvidase (imaginemos que firmas como Google, con sus 54.000 empleados, o Facebook, con sus 4.600 empleados, cerrasen de repente). Solyndra era «demasiado pequeña para sobrevivir» (lo opuesto a demasiado grande para fracasar), de modo que no pudo asegurarse un «rescate», a pesar de que el Gobierno tenía, como suele ser lo habitual, la posibilidad de «reescribir las reglas» y podría haber comparado el coste de dejar caer a Solyndra con las ganancias de permitir que tuviera éxito. Incluso podría haberse considerado, como sucedió con Suntech, la posibilidad de despedir a los ejecutivos responsables de su declive financiero. Una forma de calcular este coste podría haber sido preguntarse cuánto valen 1.000 empleos en términos de futuros ingresos para el Gobierno, o mejor aún, cuánto valen estos ingresos cuando la empresa se convierte en un gran empleador como Facebook, Google o General Electric.

Seguiremos perdiendo tiempo imaginando como conseguir el éxito hasta que reconozcamos que la innovación ocurre como parte de un proceso global, no como un proceso individual o incluso organizativo (a pesar de que es crucial atraparlo). La tecnología limpia ya nos está enseñando que cambiar el mundo requiere la coordinación y la inversión de múltiples estados, pues de lo contrario la I+D, el apoyo a la producción y el apoyo a la creación y funcionamiento de mercados seguirán siendo un callejón sin salida, mientras el planeta se asfixia (literalmente) con industrias construidas hace un siglo.

Uno de los mayores retos para el futuro, tanto en tecnología limpia como en cualquier otra tecnología que venga a continuación,

será asegurarse de que, al construir los ecosistemas colaborativos, no solo socializamos el riesgo sino también los beneficios. Es la única forma de que el ciclo de la innovación sea sostenible a lo largo del tiempo, tanto desde el punto de vista económico como desde el político. En este último aspecto es importante para los contribuyentes entender cómo se benefician de las grandes inversiones del Estado, que construyen la base de futuros beneficios privados. En un entorno en el que los empleos son cada vez más globales, en lugar de resistirse a este hecho a través del dogma nacionalista, hay formas concretas de capturar los beneficios de las inversiones del Estado para que los ciudadanos que financiaron los desarrollos tecnológicos puedan asegurarse su participación en los beneficios. En el siguiente capítulo me referiré a esta cuestión.

COMPETENCIA, INNOVACIÓN Y TAMAÑO DEL MERCADO (¿QUIÉN SE ESTÁ QUEJANDO?)

He afirmado que la política del estado de California fue una causa parcial del crecimiento y éxito (inicial) de Vestas, el actual líder mundial en la producción de turbinas eólicas. De forma parecida, el crecimiento de las empresas estadounidenses y chinas ha dependido, en cierta medida, de la asignación de recursos y el liderazgo de las políticas alemanas. El enfoque alemán de generación de energía solar distribuida convirtió al país en el líder mundial en el desarrollo de paneles solares fotovoltaicos. Al revisar su política de tarifas de alimentación, en 2000, y para concederle un mejor precio a la energía solar (y fijar un precio único para las otras tecnologías renovables según sus resultados esperados), Alemania hizo que la energía solar fuera competitiva con las fuentes de energía tradicionales, e incluso con la energía eólica. Al mismo tiempo, creó un programa de «100.000 tejados» para fomentar las inversiones residenciales y comerciales en esta tecnología. Estas acciones aceleraron el crecimiento de la industria solar fotovoltaica, y Alemania aumentó su capacidad de tan solo 62 megavatios en 2000 hasta los 24.000 megavatios en 2011. Esto equivale a construir 24

centrales nucleares en unos diez años, una proeza notable que nunca se habría producido, teniendo en cuenta el tiempo necesario para construir una central nuclear (y la oposición pública que generan).

De forma también similar a lo ocurrido en California, previamente explicado, las políticas con visión de futuro de Alemania han sido tanto una bendición como una maldición. Por un lado, el creciente mercado alemán ha permitido el crecimiento rápido de los productores nacionales dominantes (como Q-Cells). Pero también ha ofrecido oportunidades de crecimiento para las empresas competidoras de Estados Unidos, China y otros países, que dependen de Alemania para absorber su capacidad de producción en aumento. Al mismo tiempo, estos y otros países no han seguido el ejemplo de crear mercados domésticos igualmente sólidos para la energía solar, a pesar del éxito alemán. El exceso de capacidad, creado en parte por las políticas de empezar-detener de países como España, actualmente está paralizando a las empresas solares de todo el mundo. Q-Cells, que fue la empresa líder de Alemania, es ahora propiedad de la empresa coreana Hanwha Group (Reuters, 2011).

Mientras tanto, la emergencia de China como un centro regional para los principales productores de tecnología solar ha tenido importantes consecuencias económicas en la industria en general, provocando una «guerra comercial» con Estados Unidos y Europa, que se manifiesta en forma de imposición de aranceles a los productores chinos de tecnología solar fotovoltaica.^[6] El Gobierno estadounidense, por ejemplo, ha reaccionado con el aviso de eliminar el apoyo al desarrollo de tecnología limpia; no obstante, en cuanto aparecen los conflictos se requiere algo diferente. La guerra comercial solo sirve para reforzar el mito de que el desarrollo industrial se produce a través de la mano invisible del mercado y de que el Estado no puede crear ni controlar para conseguir resultados socialmente beneficiosos. El Gobierno actuó como «árbitro» en la disputa comercial y se acusó al apoyo público chino al desarrollo de la industria de la tecnología limpia de ser una «trampa», en lugar de reconocer su efectividad. Al mismo tiempo, varios países están

intentando capturar el mercado global de la tecnología limpia con políticas similares, que incluyen el apoyo directo e indirecto a las empresas. En otras palabras, si China está haciendo trampas, entonces ellos también las harán. El hundimiento de los precios de la tecnología solar fotovoltaica es, en teoría, algo bueno: terminarán dejando la energía solar en una posición en la que podrá competir con los combustibles fósiles. Pero, en ese caso, la caída de los precios (y la reducción de los márgenes de beneficios) frustra a muchos actores y hace caso omiso de las debilidades de la política industrial en países como Estados Unidos, que podrían describirse como la falta de una oferta de capital paciente que lleve a la creación y crecimiento de empresas innovadoras, así como a una visión de largo plazo para la transición energética (Hopkins y Lazonick, 2012). Lo que distingue a China de los otros países es su valor para comprometerse con las energías renovables y la innovación a corto y largo plazo.

Algunos autores afirman que existe el riesgo de que el rápido crecimiento de las empresas eólicas y solares chinas pueda frenar la innovación (W. Liu, 2011). Esta acusación se basa en que las empresas chinas reducen los costes y consiguen cuota de mercado con tecnologías antiguas, con lo que marcan una dirección tecnológica que impide que las últimas tecnologías penetren en los mercados mundiales. Si se demuestra que este es el caso, entonces los gobiernos deberían prestar atención a la señal de que es necesario hacer más para garantizar que las innovaciones energéticas cruciales puedan consolidarse en los mercados, que están empezando a estar saturados con tecnologías competidoras. No obstante, estas quejas parecen hacer caso omiso del hecho de que hay ventajas con la tecnología C-Si, tales como la existencia de materias primas abundantes para su producción. Otras tecnologías requieren tierras raras cuya oferta es limitada. Además, también hacen caso omiso de la realidad de que las innovaciones estadounidenses desarrolladas por empresas como Innovalight (ahora propiedad de DuPont) o 1366 Technologies pueden incorporarse a los paneles chinos (y, de hecho, están incorporadas). [Z] En cualquier caso, en algún momento se necesitará la

convergencia hacia un diseño dominante antes de poder alcanzar la difusión masiva de la energía solar.

CONCLUSIÓN: LA TECNOLOGÍA LIMPIA, EN CRISIS

No hay nada de «accidental» en el desarrollo de la tecnología limpia o en la creación de mercados para las energías renovables. No hay empresas o emprendedores «geniales» que actúen de forma independiente de sus sociedades, o limitándose a reaccionar ante el miedo al cambio climático o gracias al conocimiento privilegiado de beneficios futuros. Las empresas de tecnologías limpias tan solo están aprovechando tecnologías y sacando partido de las inversiones previas de un sector público activo. Están respondiendo a unas claras señales que les lanza el mercado, y que ya han anunciado las políticas gubernamentales progresivas sobre el cambio deseado y la disponibilidad de apoyo para el crecimiento industrial de la tecnología limpia. Se espera que la innovación produzca riqueza económica, creación neta de empleo y una solución al cambio climático.

A pesar de que los resultados de los países han variado enormemente durante décadas, es obvio que Alemania ilustra el valor del apoyo de largo plazo, China ha demostrado que la producción puede crecer muy deprisa y Estados Unidos ha evidenciado el valor de la I+D, pero también la irracionalidad de permitir que la incertidumbre, el cambio en las prioridades políticas y la financiación especulativa marquen la agenda del desarrollo tecnológico. Los gobiernos que lideran la tecnología limpia no deben permitir que los engañen cuando las inversiones van mal. Tampoco deberían esperar que los contribuyentes asuman a la ligera todo el riesgo de invertir en estas tecnologías y crear mercados sin obtener un beneficio futuro claro.

El reto para avanzar es crear, mantener y financiar un esquema político de largo plazo, que sostenga el ímpetu del crecimiento del sector de la energía limpia durante la última década. Sin estos compromisos de largo plazo, es probable que la tecnología limpia se

convierta en una oportunidad perdida para muchos países. Este esquema debería incluir políticas de demanda para promover un aumento del consumo de energía solar y eólica, así como políticas de oferta que promuevan la producción de tecnologías con capital «paciente».

Los retos de desarrollar tecnologías limpias van mucho más allá de crear centros de innovación energéticos del sector público, tales como la ARPA-E. Los gobiernos deben reducir el riesgo de comercializar innovaciones energéticas, a la vez que fijan y gestionan el riesgo de competir en mercados energéticos diversificados y globales. En el pasado, cuando han surgido dificultades, tales como el debilitamiento de los mercados eólico y solar después de la retracción del apoyo de Estados Unidos a las energías renovables a finales de la década de 1980, la tendencia ha sido centrarse en cómo ha fallado la inversión gubernamental, mientras que se ha hecho caso omiso del papel de las empresas privadas en este fracaso, o se ha considerado parte del comportamiento «natural» de los mercados competitivos. O, aún peor, hay quien ha interpretado las dificultades como prueba de que una tecnología «no puede competir» o nunca competirá con la tecnología consolidada y debería posponerse en lugar de explotarse. Esto iría en contra de la trayectoria histórica, que sugiere que todas las tecnologías energéticas han necesitado largos periodos de desarrollo y el apoyo gubernamental a largo plazo, y se han beneficiado de ellos. Lo más importante es que los esfuerzos continúan como si el futuro del planeta dependiera de ello, porque es así. Por tanto, afrontar el reto requiere superar una visión del mundo basada en los mitos a los que me he referido en el capítulo 2.

Mito 1. La I+D lo es todo

La I+D que ha contribuido a las tecnologías limpias, como las energías eólica y solar, se ha producido a escala global durante

décadas, como resultado de significativas inversiones y aprendizaje públicos y de la influencia de una amplia comunidad, que ha incluido las redes de conocimiento educativas y empresariales. Gracias a esto, la tecnología funciona y se han producido mejoras en el coste y la eficiencia, a pesar del compromiso desigual de los gobiernos y las empresas. El coste de la energía que se produce también ha caído en el largo plazo, mientras que los precios de los combustibles fósiles siguen siendo volátiles y crecen con el tiempo.

Algunas empresas pueden llevar a cabo una importante I+D durante décadas y seguir perdiendo dinero por no tener una perspectiva comercial clara. Tal como se ha demostrado a través de la historia de First Solar, el papel del Gobierno al impulsar que las innovaciones salgan del laboratorio y vayan al mercado no termina con la I+D. Más bien el Estado puede desempeñar una función concreta para superar las barreras comerciales o la falta de capacidad productiva. De forma análoga, los capitalistas de riesgo de First Solar necesitaban superar retos y un horizonte de inversión que sobrepasaba su compromiso.

Tal como muchos afirman, los retos a los que se enfrentan las tecnologías limpias son escasamente técnicos; son *políticos* (y sociales) y tienen que ver con la necesidad de mayores compromisos de capital paciente por parte de gobiernos y empresas de todo el mundo. La I+D funciona, pero no es suficiente. Promover nuevas industrias arriesgadas también requiere apoyo, subsidio y compromiso de largo plazo con la producción y los mercados. Los gobiernos también deben enfrentarse a la realidad de que, en los países más desarrollados, el despliegue de la tecnología limpia se está produciendo dentro de una infraestructura bien desarrollada. El enfoque del programa limpio no es posible, en el sentido de que se pretende que la inversión maneje la transición a la tecnología limpia, una transición que desafíe a los combustibles fósiles y otras industrias energéticas que han disfrutado de un periodo de desarrollo más largo y con significativos costes hundidos. Por último, no todos los miembros de la comunidad empresarial dudan en reclamar una participación más activa del Gobierno en la tecnología limpia. Aun así, no queda tiempo para seguir discutiendo cuál es el

papel real de las empresas en el desarrollo tecnológico, más allá de financiar la I+D. El fracaso de las empresas de tecnología limpia no es solo político, sino también empresarial, y retrasa la explotación de nuevas tecnologías energéticas importantes. O, peor aún, puede entregarles estas tecnologías a otras naciones que tengan objetivos parecidos.

Mito 2. Lo pequeño es hermoso

A pesar de que en el pasado muchos grandes conglomerados como General Electric, Exxon, General Motors o British Petroleum han estado involucrados en el desarrollo de la tecnología limpia, se suele mirar hacia las *start-ups* para buscar pruebas de la llegada de la «revolución» en el sector energético. Aun así, estas empresas tienden a ser jóvenes y necesitan un largo periodo de incubación antes de que se produzca su despegue comercial.

Tal como afirma Hopkins (2012) y se ha resumido antes, General Electric «heredó» las inversiones previas del Estado y las empresas innovadoras en su ascenso como principal productor de turbinas eólicas. En 2011 anunció (aunque desde entonces la ha retrasado) una inversión de 600 millones de dólares en Colorado en paneles solares de película fina, utilizando una tecnología de CdTe similar a la de First Solar. Igual que en el caso de la energía eólica, su entrada en la tecnología solar fotovoltaica estará muy relacionada con las inversiones previas del Estado. Los recursos propios de General Electric son muy superiores a los de las pequeñas *start-ups*: dispone de presupuestos de I+D de miles de millones de dólares, obtiene beneficios anuales milmillonarios que se pueden reinvertir sin demora en tecnologías necesarias, tiene bienes complementarios como una enorme red global y, como en el caso de la industria eólica, goza de una importante reputación y tiene relaciones significativas que reducen el «riesgo» para los inversores. Las inversiones de General Electric pueden asegurar la presencia de una industria solar más duradera en Estados Unidos en el futuro, de

forma similar a lo que ocurrió con la energía eólica en 2002. En las energías renovables el tamaño importa, y las empresas más grandes pueden proveer más fácilmente a redes eléctricas enormes, que abarcan diferentes continentes. Tal vez el aspecto más importante sea que las empresas grandes como General Electric pueden ganarse con más facilidad la confianza de los inversores y de las empresas de suministros, gracias a su larga historia operativa, recursos financieros, experiencia con la infraestructura de electricidad y amplia red social. No es casualidad que los proyectos eólicos hayan iniciado una carrera febril después de la entrada de General Electric en el negocio de este tipo energía.

No obstante, no debería subestimarse el papel de las pequeñas empresas ni dar por sentado que solo las grandes tienen los recursos apropiados a su disposición. Las pequeñas empresas pueden convertirse en grandes empresas, tal como hicieron Amazon, Google o Apple, y son defensoras activas de su propio modelo de negocio, a menudo provocando la frustración de las empresas «heredadas», que nunca podrían haber llevado estas tecnologías tan lejos y tan rápidamente. Es necesario romper los modelos de mercado existentes para dar paso a una verdadera revolución industrial verde y es posible que las *start-ups*, que no cuentan con la desventaja de los costes hundidos, sean los actores adecuados para la tarea.[\[8\]](#)

Mito 3. El capital riesgo es amante del riesgo

Estados Unidos es el centro del mundo del capital riesgo en tecnología limpia, y asigna miles de millones de dólares al sector todos los años (mucho más que el resto del mundo en conjunto). No obstante, los financieros de capital riesgo son «capitalistas impacientes» y su principal motivación es cómo obtener beneficios por encima de cualquier otra consideración. A muchos de ellos no les interesa asumir el riesgo del desarrollo tecnológico durante un periodo prolongado. En vez de eso, prefieren recortar sus pérdidas y

buscar beneficios elevados en alguna otra parte. Los capitalistas de riesgo quieren financiar tecnologías que tengan bajos requerimientos de capital y estén a punto de entrar en el mercado. Tampoco disponen de los recursos necesarios para financiar al ciento por ciento el crecimiento de las empresas de tecnologías limpias, que son intensivas en capital y compiten en mercados muy complejos. Los miles de millones de dólares que destinan a empresas del sector de la tecnología limpia son pocos en comparación, por ejemplo, con los cientos de miles de millones que dedica el Estado a la financiación de proyectos en energías renovables.

El éxito de empresas como First Solar se cimentó a lo largo de varias décadas. El capital riesgo entró en una etapa relativamente tardía y se retiró pronto, después de que se completara la oferta pública inicial. El Gobierno de Estados Unidos asumió gran parte del riesgo que entrañaba invertir en First Solar, ya que promovió de manera activa su tecnología solar a través de la comercialización. Los subsidios que apoyaron el mercado doméstico y el europeo, junto con la posición de First Solar como productor dominante de paneles de película fina, hacen difícil imaginar que una empresa así pudiera fracasar. Sin embargo, la posibilidad de extraer valor que proporcionan, e incluso promueven, la inversión por acciones y los métodos de compensación, garantiza que los capitalistas de riesgo, los ejecutivos y los altos directivos de las empresas puedan cosechar enormes beneficios gracias a las cotizaciones de las acciones, con independencia de si tienen una vida corta o larga. Este incentivo perverso no solo redistribuye la inversión en innovación, dejando fuera a otros inversores importantes (el Gobierno, las escuelas y los trabajadores), también amenaza con minar los resultados de las empresas. Aquellos que están en los puestos de control estratégico, en lugar de llevar a cabo las inversiones arriesgadas en innovación futura, desperdiciarán recursos en la búsqueda de beneficios financieros.

Al mismo tiempo, muchas empresas estadounidenses han fracasado más por falta de acceso a capital adicional para mantener sus operaciones en momentos de incertidumbre en los mercados o de un repentino cambio de suerte, que por falta de tecnología

innovadora. Esto animó a Evergreen a «seguir a la financiación» y salir de Estados Unidos para ir a China. Spectrawatt y Solyndra también fracasaron por falta de capital disponible. A pesar de que las condiciones del mercado global son comunes, las empresas de China se benefician de un sistema de finanzas públicas que no se rendirá antes de que ellas lo hagan. Cuando el capital riesgo no asume el riesgo, entonces el Estado debe llenar el vacío.

Construir un ecosistema de innovación verde (simbiótico, no parasitario)

No puede promoverse la innovación sin los esfuerzos de muchos actores, y no puede avanzar sin una visión de largo plazo que establezca la dirección y clarifique los objetivos. El fracaso de las políticas públicas puede llevar al derroche de los recursos públicos y al desaprovechamiento del potencial de muchas tecnologías prometedoras, debido a la negativa de los políticos o de los contribuyentes a comprometer más recursos. Cuando las empresas fracasan, pueden desaparecer centenares de puestos de trabajo, los inversores pierden la confianza y la reputación de las tecnologías puede quedar maltrecha. La incertidumbre y el estancamiento pueden prevalecer, mientras que el potencial de nuevas soluciones prometedoras se desvanece. Con las actividades del Gobierno y las empresas tan íntimamente ligadas, a menudo es imposible dirigir las acusaciones de forma precisa. En el fondo, solo hay un fracaso colectivo.

Lo que debería estar claro es que la revolución industrial verde que se ha vivido hasta el momento es el resultado de un proceso de largo plazo de desarrollo y difusión complejo, que se ha desplegado a escala global y ha requerido varias décadas. El proceso se ha beneficiado de grandes inversiones gubernamentales, que han fomentado la creación de nuevas empresas y han apoyado su crecimiento a través de la generación de oportunidades de mercado. La variedad de políticas estaba orientada a producir desarrollo

tecnológico, eficiencia de mercado, una escala suficiente y regulaciones eficientes. Por encima de este proceso tenemos un intento más general de acelerar el crecimiento económico a través de la innovación en tecnologías limpias, que mitiguen el cambio climático y promuevan la diversificación energética. La visión de largo plazo consiste en transformar nuestro sistema productivo actual en un sistema industrial verde sostenible. Esta es una misión basada en el objetivo de generar beneficios de largo plazo para la población, a la vez que se consigue una promesa de mejores resultados económicos.

La construcción de ecosistemas innovadores que lleven a una asociación público-privada *simbiótica* y no parasitaria será clave para el despegue de la futura revolución verde. Es decir, ¿provocará el aumento de la inversión del Estado que el sector privado invierta menos y se centre en aspectos como inflar las cotizaciones de sus acciones en lugar de en la formación de capital humano o en la I+D?

El capítulo siguiente vuelve al ejemplo de Apple Computers, para plantear si las inversiones activas del Estado en innovación —que han beneficiado a empresas concretas como Apple (tanto a nivel de empresa como de las tecnologías de base utilizadas)— han generado resultados para el Estado que puedan justificar los fondos públicos invertidos. ¿Mayores ingresos fiscales? ¿Más puestos de trabajo? ¿Mayores inversiones futuras de Apple en innovación? Plantear estas preguntas es la única forma de asegurarse de que el Estado innovador no se convierta en un Estado ingenuo.

8

RIESGOS Y BENEFICIOS: DE LAS MANZANAS PODRIDAS A LOS ECOSISTEMAS SIMBIÓTICOS

Hace unos años, cuando vivía en California, solíamos decir que California iba veinte años por delante del resto de la nación. Me temo que quizá teníamos razón.

NORMAN R. AUGUSTINE, antiguo presidente y
director ejecutivo de Lockheed Martin Corporation
(NAS, 2010, p. 79)

Este libro ha destacado el papel del Estado al generar crecimiento mediante la innovación. Tal como he afirmado, esto ha conllevado inversiones muy arriesgadas y especulación para fomentar la destrucción creativa schumpeteriana. Sin embargo, a pesar de que en el mundo de las finanzas suele afirmarse que existe una relación entre riesgo y beneficio, esto no es aplicable al juego de la innovación. La asunción de riesgos ha sido un esfuerzo colectivo, mientras que los beneficios se han distribuido de forma mucho menos colectiva. A menudo, el único beneficio que obtiene el Estado por sus inversiones arriesgadas es el indirecto proveniente de mayores ingresos fiscales, que resultan del crecimiento generado por dichas inversiones. Pero si tenemos en cuenta la existencia de diferentes tipos de resquicios fiscales y el hecho de que los ingresos fiscales no siempre reflejan de forma precisa el origen de las ganancias (por ejemplo, rentas del trabajo frente a rentas del capital), se ha demostrado cuán difícil es que el Estado obtenga los beneficios a cambio de sus inversiones a través de impuestos. De hecho, incluso si los impuestos derivados de las innovaciones financiadas por el Estado se recaudasen de la manera adecuada, no

está claro que esta cantidad bastase para financiar las inversiones en innovación que han caracterizado Silicon Valley, que siempre conllevarán fracasos colosales a pesar de algunos grandes aciertos como internet. Esto se debe simplemente a la naturaleza de la verdadera incertidumbre del proceso de innovación.

De hecho, se habla mucho de la asociación entre el Gobierno y el sector privado, y aunque los esfuerzos son colectivos, los beneficios siguen siendo privados. ¿Es cierto que la Fundación Nacional para la Ciencia no obtuvo ningún beneficio financiero por la subvención que produjo el algoritmo que hizo posible el buscador de Google (Block, 2011, p. 23)? ¿Puede ser sostenible un sistema de innovación basado en el apoyo del Gobierno sin que exista un sistema de recompensas? La falta de conocimiento por parte del público general del papel emprendedor central que desempeña el Gobierno en el crecimiento económico en todo el mundo, que va más allá de la gestión de la demanda keynesiana y la «creación de las condiciones» para el crecimiento, pone en riesgo este exitoso modelo.

En teoría, el desarrollo socializado y la comercialización privatizada de las tecnologías biofarmacéuticas —y otras— deberían ir seguidos de una retirada del Estado, siempre y cuando las empresas privadas utilizaran sus beneficios para reinvertir en investigación y más desarrollo de productos. El papel del Estado se limitaría, entonces, a financiar estos nuevos descubrimientos radicales hasta que generaran suficientes beneficios para poder financiar otros descubrimientos. Pero el comportamiento del sector privado sugiere que las instituciones públicas no pueden pasar el testigo de la I+D de esta forma. También sugiere que el papel del Estado no puede limitarse a plantar semillas en las que después se pueda confiar para que crezcan en libertad. Si lo que se pretende es crear crecimiento económico y cambio tecnológico, debemos estar dispuestos a apoyar a las tecnologías hasta que puedan producirse en masa y desarrollarse de manera generalizada. Por supuesto, el papel más amplio del Estado en áreas tan diversas como la «seguridad», el cumplimiento de los contratos y la reducción de la desigualdad

implica que «quedarse al margen» —con independencia del juego de la innovación— es una opción que ni siquiera hay que plantearse.

Muchos de los problemas a los que se enfrenta hoy en día la Administración Obama se deben al hecho de que los contribuyentes estadounidenses apenas saben nada sobre cómo sus impuestos promueven la innovación y el crecimiento económico en Estados Unidos; no se dan cuenta de que las corporaciones están ganando dinero gracias a la innovación que se ha financiado con sus impuestos. Mientras tanto, estas corporaciones que obtienen ayudas de los contribuyentes no están devolviendo una parte significativa de sus ingresos al Gobierno, ni tampoco están invirtiendo en nuevas innovaciones (Mazzucato, 2010). La historia que se les cuenta a los contribuyentes es que el crecimiento económico y la innovación son el resultado de la «genialidad» individual, de los «emprendedores» de Silicon Valley, de los capitalistas de riesgo o de las «pequeñas empresas», siempre que las regulaciones sean laxas (o inexistentes) y los impuestos sean bajos, sobre todo si los comparamos con el «Gran Estado» que existe en gran parte de Europa. Estos cuentos también se propagan en Reino Unido, donde se afirma que la única forma de crecer que tiene un país es que el crecimiento esté liderado por el sector privado y el Estado vuelva a su papel de mínimos de asegurar el imperio de la ley.

Para hacer que el crecimiento sea «más justo» y «más inclusivo» —y para que las ganancias se distribuyan de forma más equitativa—, los economistas, los políticos y el público general deben entender mejor quién asume en realidad el riesgo necesario para catalizar el crecimiento a través de la innovación. La asunción de riesgos y la especulación son absolutamente necesarias para que se produzca la innovación. La verdadera incertidumbre knightiana que conlleva la innovación, así como los inevitables costes hundidos y la intensidad de capital que se requieren, de hecho son la causa de que el sector privado, incluido el capital riesgo, a menudo huya de la innovación. También es la razón de que a menudo tenga que ser el Estado el que asuma el liderazgo, no solo para corregir los fallos de mercado sino también para crear estos mercados.

Para analizar esa cuestión de forma más completa, volveré en primer lugar a Apple para evidenciar la severidad del problema riesgo-beneficio. Puede parecer que estoy «acosando» a Apple. Pero no hay ninguna otra empresa que, en el imaginario colectivo, encarne tan bien como ella la «imagen» de por qué el mercado es el motor del capitalismo (en contraste con el engorroso Estado presentado en la introducción y el capítulo 1). En el capítulo 5 he intentado equilibrar esta imagen explicando cuán relevante fue el Estado en el éxito de Apple, y en este capítulo plantearé cómo el hecho de que esta historia siga sin ser contada ha permitido a Apple evitar «devolver» una parte de sus beneficios al Estado que ha financiado gran parte de su éxito. En el capítulo 9, examinaré la cuestión con más detenimiento a través de la exigencia explícita de un nuevo enfoque —un «esquema»— para comprender la relación entre riesgo y beneficio y, por tanto, la relación entre innovación y (des)igualdad. Afirmaré que la política industrial y de innovación debe incluir herramientas redistributivas para justificar la necesidad de inversiones «emprendedoras» del Estado y herramientas capaces de cubrir las pérdidas inevitables (pues los fracasos son parte del proceso de prueba y error), pero también de reponer el fondo de innovación necesario para la siguiente ronda de innovación.

DE VUELTA A APPLE: ¿QUÉ RECIBIÓ EL GOBIERNO DE ESTADOS UNIDOS A CAMBIO DE SUS INVERSIONES?

En esta era digital, la innovación es clave para el crecimiento «inteligente». Pero el crecimiento «inclusivo» (CE, 2010) requiere pensar también en la distribución de los beneficios. El riesgo es inherente al proceso de innovación y a menudo, cuando una tecnología se transforma con éxito en un producto o un servicio comercial, como el iPhone, que ha asumido el riesgo, se ve recompensado con enormes beneficios. Esto también se debe a que la innovación es enormemente «acumulativa»: la innovación de hoy se construye a partir de la innovación de ayer. Por tanto, dependiendo de en qué momento un determinado actor del

«ecosistema» entra en la cadena de innovación, él o ella puede ser capaz de capturar no solo su contribución, sino también toda el área (la integral) que hay debajo de la curva de innovación acumulada (Lazonick y Mazzucato, 2013). Esto explica el éxito de los capitalistas de riesgo que en diferentes sectores, tales como las tecnologías de la información y la biotecnología, entraron décadas *después* de que el Estado invirtiera en las tecnologías más arriesgadas e intensivas en capital (ver la elocuente cita de Berg, al principio de este libro), y consiguieron así unos beneficios absolutamente desproporcionados a su contribución. Puede afirmarse que tal desproporción se ha justificado a través de una «historia» incorrecta sobre el lugar de origen del éxito de las tecnologías. Por este motivo, es necesario explicar la historia de Apple de principio a fin.

Lo que Apple pone de manifiesto de una forma única es el hecho de que los directivos y accionistas de la empresa no son los únicos que asumen el riesgo (ni los que lo hacen en mayor medida) que forma parte del desarrollo de productos innovadores como el iPod, el iPhone y el iPad. En realidad —tal como he explicado en el capítulo 5—, el éxito de estas tecnologías se debe casi exclusivamente la intuición del Gobierno de Estados Unidos al vislumbrar la innovación radical en los campos de la electrónica y las comunicaciones en las décadas de 1960 y 1970. No fueron los directivos de Apple ni sus accionistas quienes estuvieron a la altura de los retos asociados con los riesgos que conllevan la investigación básica y la inversión en tecnología. Cuando nadie salía a batear, fue el Gobierno de Estados Unidos, y sobre todo el ejército, el que se atrevió a enfrentarse al riesgo del *striking out* y al final consiguió un *home run*. Apple incorporó de manera progresiva estas tecnologías que el Estado sembró, cultivó e hizo madurar con cada nueva generación de iPod, iPhone y iPad. Estas inversiones se realizaron, en parte, para abordar algunas de las preocupaciones relativas a la seguridad, y no fue hasta más adelante que se planteó la pregunta de cómo explotar estos desarrollos tecnológicos (pasados) para aplicaciones comerciales y, por extensión, para crear empleo y promover la competitividad económica. La cuestión es que Apple entendió este juego: lideró de forma creativa el campo de los sueños de la

electrónica de consumo, salió al área de bateo y empató las externalidades positivas que los bateadores del Gobierno habían dejado atrás. Sin embargo, hoy en día son las empresas como Apple las que siguen surfeando la ola del éxito, anotando puntos solo en su marcador y amañando el resultado final a su favor.

El mito de la creación de empleo de Apple: no todos los empleos se crean igual

Apple no es solo una empresa de la nueva economía por el tipo de tecnología y conocimiento que utiliza de forma intensiva, sino también por el tipo de estrategia que emplea en el mercado de trabajo. En este sentido, es útil analizar en primer lugar las diferencias entre el modelo de negocio de la nueva economía (MNNE) y el modelo de negocio de la vieja economía (MNVE) descritas en Lazonick (2009). Este último modelo dominó el entorno corporativo de Estados Unidos desde la Segunda Guerra Mundial hasta la década de 1980 y se caracteriza por oportunidades de empleo estable en corporaciones jerárquicas, salarios generosos y equitativos, cobertura médica subsidiada y sistemas de pensiones con prestaciones definidas para la jubilación (Lazonick, 2009, p. 2). En el MNVE se valora mucho la estabilidad del empleo y, por tanto, la movilidad entre empresas es baja. En cambio, en el MNNE, adoptado de manera profusa por las empresas que producen tecnología de la información, las empresas se comprometen poco o nada a ofrecer un empleo estable, formación o carreras predecibles y gratificantes. Por otro lado, los empleados no solo no esperan trabajar durante toda su carrera en una sola empresa, sino que valoran mucho las ventajas que da la movilidad entre empresas. «El MNNE representa una reducción drástica del compromiso por parte de los dos lados de la relación empresarial, en comparación con su predecesor de la vieja economía» (Lazonick, 2009, p. 4). La globalización de la mano de obra es, por tanto, consecuencia no solo del desarrollo de las tecnologías de la información y las

comunicaciones, sino también del MNNE, en el que las empresas tienen flexibilidad para buscar la mejor combinación de sueldos bajos y alta cualificación entre todos los países y ubicaciones.

Apple suele ser el centro de atención, debido a su enorme éxito en las ventas y en los resultados financieros corporativos. En agosto de 2012, el valor de mercado de Apple superó los 623.000 millones de dólares, batiendo el récord nominal establecido por Microsoft durante el auge de las acciones tecnológicas en 1999. No obstante, la popularidad y el éxito han tenido como precio el hecho de que ahora Apple se halla bajo un minucioso y constante escrutinio. Los recientes debates públicos acerca de Apple han planteado cuestiones relativas a los ingresos fiscales provenientes del impuesto de sociedades, el declive industrial y de creación de empleo en Estados Unidos, también a las críticas sobre las actividades de producción en el extranjero. Apple afirma que a lo largo de su historia ha creado 304.000 empleos de forma directa o indirecta. Si se toma esta cifra y se añaden los 210.000 empleos estimados que se dedican al desarrollo de aplicaciones móviles para Apple Store, el agregado total se estima en 514.000 empleos creados o permitidos y apoyados por Apple (Apple, 2012). Apple basa sus afirmaciones en un informe de Analysis Group, una empresa consultora privada que contrató para estudiar su impacto en el mercado de trabajo.^[1] El interés por estas cifras surge en gran parte del debate actual sobre si las empresas tecnológicas han contribuido o no a la creación total de empleo en el sector industrial doméstico. Apple emplea directamente a 47.000 trabajadores del total de 304.000 empleos que afirma haber creado; más de 27.000 empleados trabajan en las 246 tiendas Apple ubicadas en 44 estados de Estados Unidos. La empresa no revela cuál es el porcentaje exacto de este total de 304.000 empleados correspondiente a los trabajos específicamente manufactureros (o aquellos empleos creados por los productores en el extranjero, como Foxconn). En realidad, parece que esta cifra incluye un grupo altamente diversificado de empleos dentro del «universo» Apple, ya que se consideran como empleados de Apple desde trabajadores de FedEx hasta personal sanitario (Vascellaro, 2012).

La afirmación pública de Apple de ser un poderoso creador de empleo en Estados Unidos raramente ha sido analizada de forma apropiada por parte de los medios, que en lugar de esto contribuyen al frenesí sobre los nuevos y atractivos productos de Apple. Las predicciones (y a menudo los rumores) sobre el futuro de Apple y sus productos tienden a dominar las discusiones públicas (de los medios) sobre la empresa. Durante uno de estos arrebatos de entusiasmo de los medios, el periodista David Segal, en su artículo de *The New York Times* del 23 de junio de 2012, analizó la gran expansión de la empresa en el segmento de la distribución minorista y las expectativas sobre los nuevos empleos creados. La demanda de Apple en el mercado laboral ha mostrado un incremento mayor en la distribución minorista que en otros segmentos de servicios, puesto que Apple ha creado nuevas tiendas, centros de información y servicios de atención telefónica en todo el país. Incluso a pesar de que los distribuidores en línea como Amazon amenazan con revolucionar la venta al detalle, Apple ha incrementado su número de tiendas y se ha centrado en la satisfacción total del consumidor a través de las relaciones personales en la distribución, con el objetivo de incrementar las ventas. Segal (2012) documenta la disparidad salarial entre la amplia base de trabajadores de la sección de distribución minorista de la empresa y los altos directivos. También plantea la falta de perspectivas profesionales y de movilidad hacia arriba de estos empleos de Apple. A pesar de que la imagen de la empresa requiere que sus trabajadores tengan unas características demográficas específicas, su política de remuneración es solo ligeramente mejor que la de Walmart, ya que no ofrece comisiones sobre las ventas o un plan de opciones sobre acciones a la mayoría de los empleados de sus tiendas (Segal, 2012). A pesar de que la difusión es clave para el éxito de cualquier innovación, la contribución de los trabajadores dedicados a la venta al detalle no se recompensa en consecuencia.

Los conflictos laborales en las instalaciones productivas de Foxconn, la empresa taiwanesa subcontratada, en China, donde se ensamblan los sofisticados productos de Apple, tampoco se investigan de forma detallada. No obstante, Isaac Shapiro (2012),

del Instituto de Política Económica, comparó los sueldos de los directivos de Apple con el salario medio que reciben los empleados de las factorías chinas que fabrican los productos de Apple. Sus datos revelaron enormes diferencias: en 2011, los nueve altos directivos de Apple recibieron un total de 440,8 millones de dólares y, en 2012, las bonificaciones para estos ejecutivos fueron de 411,5 millones de dólares. Para poner estas cifras en perspectiva, el trabajador medio de Foxconn gana 4.622 dólares anuales, lo que significa que los nueve altos ejecutivos obtuvieron en 2011 la misma cantidad de dinero que 95.000 trabajadores de Foxconn y que 89.000 trabajadores en 2012. Utilizando el mismo método que Shapiro, se puede calcular que los nueve altos directivos de Apple ganaron en 2011 la misma cantidad de dinero que aproximadamente 17.600 trabajadores de la empresa empleados en la distribución minorista en Estados Unidos (el 64 por ciento del total) y que 15.000 trabajadores (el 55 por ciento del total) en 2012 (Shapiro, 2012).[\[2\]](#)

Cuando el director ejecutivo de Apple, Tim Cook, anunció en febrero de 2012 que la empresa tiene más efectivo (98.000 millones de dólares) del que realmente necesita para mantener sus operaciones, muchos analistas y accionistas previeron que Apple devolvería una parte de este efectivo enormemente elevado a sus accionistas (Liedtke, 2012). Los altos ejecutivos estaban intrigados por la cuestión de qué hacer con el exceso de efectivo, puesto que la empresa no había distribuido beneficios ni había recomprado sus propias acciones desde que Steve Jobs estaba al frente. Tal como mucha gente esperaba, Apple ha anunciado en fechas recientes un plan de tres años de dividendos y recompra de acciones que distribuirá un poco menos de la mitad del *stock* de efectivo actual de la empresa (45.000 millones de dólares) a sus accionistas (Dowling, 2012). Hasta la fecha, no se ha diseñado ningún programa de bonificaciones adicionales para beneficiar a la base de trabajadores, hecho que implica que solo los accionistas de Apple pueden beneficiarse a nivel financiero de los éxitos recientes y actuales de la empresa, a pesar de que muchos de sus empleados han contribuido directamente a estos éxitos.[\[3\]](#)

La relación amor-odio de Apple con las políticas fiscales de Estados Unidos

El Gobierno de Estados Unidos tiene un interés particular en el éxito de las empresas estadounidenses a nivel global. La generación de productos innovadores se refleja en el éxito mundial de las corporaciones en lo relativo a la obtención de beneficios financieros, de forma que la economía doméstica puede esperar beneficiarse de ello a través del aumento de los ingresos fiscales. A pesar de que es evidente que el éxito de productos como el iPhone y el iPad ha proporcionado beneficios asombrosos a Apple, es difícil determinar si el Gobierno de Estados Unidos ha conseguido recuperar su inversión.

Los expertos afirman que el actual sistema impositivo estadounidense está diseñado para una era industrial, en la que la naturaleza del modelo y del proceso de producción requería cierto grado de apego o enraizamiento a la localización física de la empresa. En la actualidad, el capital se mueve con mucha mayor rapidez, va mucho más lejos e incluso es virtual. En *Capital Moves*, Jefferson Cowie (1999) narra la historia de RCA, una de las empresas estadounidenses más exitosas de principios del siglo xx, en su búsqueda global de ubicaciones que pudieran reducir los costes de producción. Entre las empresas más exitosas de la actualidad sigue existiendo esta motivación de reducir los costes de producción (de hecho, se ha extendido entre las empresas que han adoptado el modelo de negocio de la nueva economía, al que me he referido antes). Sin embargo, con la llegada de las corporaciones transnacionales y multinacionales, y con una economía cada vez más globalizada, los empleos no solo se reestructuran a nivel nacional, por ejemplo, de Camden (Nueva Jersey) a Bloomington (Indiana) y Memphis (Tennessee). En el mundo de hoy, las empresas como Apple tienen un mapa global mucho más grande con el que trabajar para reducir los costes.

La falta de instituciones regulatorias que gobiernen la globalización hace que a empresas como Apple le resulte más fácil

convertirse en una red compleja de negocios. El viaje que hacen los populares productos de Apple, como el iPod, el iPhone y el iPad, empieza en la I+D corporativa, que se ubica sobre todo en California (donde se crean el diseño y la arquitectura del producto, se desarrolla y se somete a prueba), junto con otras localizaciones distribuidas en varios distritos tecnológicos de Estados Unidos. Tal como he explicado en el capítulo 5, los productos de Apple se han diseñado y construido utilizando tecnologías innovadoras que han sido desarrolladas en gran medida mediante la financiación y la investigación federales. Una vez el producto está diseñado y construido, ya está preparado para el lanzamiento a los mercados de consumo. Pero primero hay que fabricarlo, y esto no se hace en California sino allí donde la mano de obra industrial sea barata. De forma que, por ejemplo, un consumidor puede entrar en una tienda y pedir un iPhone. Este producto que acaba de adquirir está formado por componentes que han sido producidos sobre todo en lugares como Corea del Sur, Japón y Taiwán, y el dispositivo completo se ha ensamblado en China. Kraemer y sus colegas (2011) estiman que, del valor total creado por el dispositivo, Apple recupera el 58,5 por ciento en forma de beneficio. Si se resta del valor total el porcentaje de otros beneficios que se obtienen en Estados Unidos fuera de Apple (aproximadamente el 2,4 por ciento), entonces el 30 por ciento del valor va a parar a mercados fuera de Estados Unidos. Las estimaciones para la distribución del valor del iPad y el iPod son ligeramente superiores. Casi el 53 por ciento del valor del iPad y el 49 por ciento del valor del iPod se capturan en mercados fuera de Estados Unidos (Linden *et al.*, 2009; Kraemer *et al.*, 2011).

¿Qué parte del valor que se queda en Estados Unidos se convierte realmente en impuestos? Recientemente, las ventas récord de Apple con unos márgenes de beneficios relativamente altos, así como el sustancial *stock* de efectivo, han llegado a dominar el discurso público de los medios de comunicación tanto como la popularidad de sus productos. En abril de 2012, varios periodistas de *The New York Times* publicaron una serie de artículos sobre Apple. En estos artículos surgió información controvertida relativa a las estrategias fiscales y las prácticas laborales de Apple. En la tercera parte de la

serie de artículos, «Cómo evita Apple pagar miles de millones en impuestos», se describió con detalle el esquema corporativo que permite a la empresa minimizar de manera significativa sus obligaciones fiscales. Según Charles Duhigg y David Kocieniewski (2012), Apple ha utilizado prácticas comunes que le han permitido reducir los impuestos que paga al Gobierno de Estados Unidos. Además, según una investigación de *The New York Times*, con el objetivo de evitar los impuestos estatales, Apple ha creado una filial en Reno (Nevada), donde no se pagan impuestos sobre los ingresos corporativos ni las ganancias del capital. En un alarde de creatividad, ha llamado a la empresa Braeburn Capital y ha utilizado esta filial para canalizar una parte de sus beneficios en Estados Unidos, en lugar de incluir ese dinero en el total de ingresos declarados en California, donde está situada su sede central. Según está documentado, desde 2006 Apple ha ganado 2.500 millones de dólares en intereses y dividendos, y para evitar el impuesto sobre las ganancias del capital de California, los intereses y los dividendos se han declarado en Nevada. El nivel de deuda notablemente elevado del estado de California se reduciría de manera significativa si Apple hubiera declarado totalmente y de forma precisa sus ingresos en Estados Unidos en el estado donde crea y obtiene la mayor parte de su valor (arquitectura, diseño, ventas o marketing). Estos hechos no hacen más que reforzar la idea de que no se puede confiar en el sistema impositivo para recuperar las inversiones arriesgadas en innovación, en este caso en el estado de California.[\[4\]](#)

Apple también utiliza fuera de Estados Unidos el esquema corporativo de reorganización de impuestos ya descrito. De hecho, Duhigg y Kocieniewski (2012) advierten que Apple adopta un enfoque parecido en el ámbito global, pues ha creado varias filiales en paraísos fiscales como Luxemburgo, Irlanda, Países Bajos y las Islas Vírgenes británicas, con el objetivo de reorganizar los beneficios y aprovecharse de las ventajas impositivas. El código fiscal de Estados Unidos permite que las empresas estadounidenses asignen los derechos de propiedad intelectual de sus productos o servicios a filiales extranjeras, algo que permite a las empresas reducir de manera significativa sus obligaciones fiscales. En el caso

de Apple, tal como explican Duhigg y Kocieniewski, las filiales irlandesas de la empresa son propietarias de los derechos de propiedad intelectual de muchos de los productos y reciben los pagos de *royalties* de las ventas de productos de Apple. La propiedad de estas filiales irlandesas se comparte con otra filial de Apple (Baldwin Holdings Unlimited), situada en otro paraíso fiscal, las Islas Vírgenes británicas.

Es difícil calcular las cifras exactas relativas a cuánto ha conseguido ahorrar Apple a través de este esquema global de reorganización de impuestos. Sullivan (2012, p. 777) afirma que si Apple declarara la mitad de sus beneficios en Estados Unidos en lugar de declarar solo un 30 por ciento, las obligaciones fiscales de la empresa en 2011 habrían sido 2.400 millones de dólares superiores a lo que le correspondía en realidad. Según Sullivan, si Apple hubiera declarado el 70 por ciento de sus beneficios en Estados Unidos, la diferencia habría sido de 4.800 millones de dólares. Sullivan justifica su afirmación y sus cálculos tal como sigue:

Nunca tendremos una respuesta precisa a la pregunta acerca de dónde se crearon los beneficios. Pero si el impuesto de sociedades es un impuesto sobre la renta, es razonable situar los productos donde se crea el valor. En el caso de Apple, ¿hay alguna duda de que la mayor parte de su valor se crea en Estados Unidos? (2012, p. 777).

Tanto Sullivan (2012) como Duhigg y Kocieniewski (2012) destacan el hecho de que los esquemas de reorganización de impuestos no son ciertamente exclusivos de Apple. Otras empresas como Google, Oracle y Amazon también se benefician de la utilización de esquemas fiscales globales parecidos.^[5] Un artículo de Bloomberg detallaba cómo Google se valía de una estrategia parecida, que ayudaba a la empresa a beneficiarse de las exenciones fiscales permitidas por las mismas ubicaciones globales utilizadas por Apple (Drucker, 2010). Es interesante comprobar que empresas como Apple, Google, Amazon y Microsoft no solo consiguen evitar impuestos, sino que presionan a los políticos para que aprueben una «exención fiscal para la repatriación» para el *stock* de efectivo que tienen en paraísos fiscales. Se ha estimado que esta medida alcanzaría los 79.000 millones de dólares a lo largo de una década y

no hay ninguna garantía de que el beneficio repatriado se utilice para un ulterior desarrollo de las capacidades productivas existentes (Duhigg y Kocieniewski, 2012). Pedir una «exención fiscal a la repatriación» es una estrategia todavía más atractiva si se tienen en cuenta los programas de recompra de acciones de Apple y otras grandes corporaciones (Lazonick, 2011). Si consideramos la perversa atención que se le ha concedido a la «maximización del valor para los accionistas», por encima de otras consideraciones, no hay nada que garantice que el capital repatriado no termine en los bolsillos de los directivos y accionistas.

A pesar de que las políticas públicas de innovación no deberían centrarse en aspectos como las desgravaciones fiscales a la I+D, sino en la creación de las oportunidades de mercado y tecnológicas que incrementen la inversión privada (ni Bill Gates ni Steve Jobs estaban pensando en el ahorro que podían conseguir a través de las desgravaciones fiscales), también es verdad que una vez se ha realizado la inversión, las empresas pueden conseguir grandes ahorros (mayores beneficios) gracias a diferentes tipos de desgravaciones y reducciones fiscales. El hecho de que algunas de las empresas que más se han beneficiado de las grandes inversiones públicas sean las mismas que han presionado a favor de reducciones fiscales, que han reducido de forma significativa el gasto público, debería abrirnos los ojos y provocar cambios de política. Hablaremos de ello en el capítulo 9.

Es importante insistir en que el éxito de Steve Jobs en su liderazgo de Apple se debió a la importancia que concedió al largo plazo dentro del caótico mundo de la innovación y el diseño. No es casualidad que durante el periodo en que estuvo al frente de Apple no se aplicaran políticas de corto plazo, como la recompra de acciones o los programas de dividendos, que utilizan dinero que podría destinarse a investigación y diseño. Su firmeza a la hora de priorizar las innovaciones que *revolucionaron* los mercados en los que competían es el motivo por el que consiguió y se mereció capturar una proporción significativa de los beneficios —y del reconocimiento— que se cosecharon. No obstante, Apple es también una organización «colectiva» y el éxito de la empresa depende de la

participación de todos sus talentosos trabajadores. Ignorar el hecho de que esta innovación ha dependido enormemente de elementos radicales financiados por el Estado y negarse a que el Estado sea recompensado (a través de impuestos y, tal como afirmaré en el capítulo 9, también de una forma más directa) no ayudará a que surjan nuevas Apples.

La paradoja de los milagros en la economía digital: ¿por qué el éxito empresarial conlleva miseria económica regional?

La recesión de 2008 contribuyó a revelar la drástica caída de la competitividad de Estados Unidos, que se mantuvo oculta por diversos motivos hasta la crisis financiera. El elevado nivel de deuda del estado de California es solo un síntoma de una epidemia mucho más grande a la que se enfrenta Estados Unidos. Incluso antes de que empezara la crisis, un grupo bipartito de senadores y miembros del Congreso solicitaron a la Academia Nacional de Ciencias que formase un equipo de expertos cuyo propósito fuera identificar las causas del declive de la competitividad de Estados Unidos. Se encargó al comité que proporcionara recomendaciones políticas que ayudasen a Estados Unidos a volver a emerger como líder global en ciencia y tecnología. En 2005, el comité de la Academia entregó sus recomendaciones en un documento de quinientas páginas titulado *Rising above the Gathering Storm*, en el que se afirmaba que la intervención del Estado era necesaria y también la solución clara para volver a posicionar a la nación como líder en las capacidades innovadoras. En 2010 volvieron a revisarse las recomendaciones políticas de la Academia Nacional de Ciencias. Un informe de seguimiento concluyó que se requerían acciones inmediatas para detener las tendencias actuales y minimizar las repercusiones del declive continuo de la competitividad de Estados Unidos.

La afirmación de Norman R. Augustine que abre este capítulo centra la atención en el clima increíblemente innovador que reinaba

en California, un clima del que las empresas como Apple se beneficiaron de forma significativa a lo largo de los años. La innovación y la creatividad que este entorno generaba se debían en parte a la inversión directa y los contratos del Gobierno y el ejército de Estados Unidos en los campos de la tecnología de la información y las comunicaciones. El objetivo último de destinar los recursos fiscales al desarrollo de nuevas tecnologías es asumir el riesgo que suele acompañar al desarrollo de productos y sistemas innovadores complejos necesarios para alcanzar objetivos colectivos. Se trata de un riesgo considerable que tiende a desincentivar la inversión del sector privado. En teoría, los efectos de la innovación exitosa, que lleva a un resultado superior, deberían observarse y experimentarse en una economía más amplia. Como los resultados superiores llevan a nuevos productos y servicios que a su vez mejoran la calidad de nuestra vida, crean nuevas oportunidades de empleo para la mano de obra capacitada, aumentan de manera significativa las exportaciones y la competitividad exterior de la nación y, entonces, llevan a un incremento sustancial de los ingresos fiscales, a menudo se piensa que las inversiones en innovación se acabarán reinvertiendo en los activos tangibles e intangibles del país.

A través de este ciclo virtuoso de multiplicación de las inversiones del Estado en la base científica y tecnológica, la economía nacional cimentaría el camino hacia una prosperidad futura sostenible. Sin embargo, la ironía de estos éxitos reside en que a medida que empresas como Apple, Google, General Electric o Cisco florecen en términos financieros, la economía de sus países está luchando para encontrar una salida a los problemas económicos que la debilitan, tales como el incremento del déficit comercial respecto a las economías asiáticas, el declive de las actividades industriales, el desempleo creciente, el aumento de los déficits públicos, la desigualdad o el deterioro de las infraestructuras. La actual recesión económica no puede explicarse únicamente en función de la crisis bancaria, la restricción crediticia o el colapso del mercado hipotecario. Los problemas actuales son complejos desde el punto de vista estructural, y mucho más profundos. Es importante evaluar los efectos de la innovación para discernir si han llevado al aumento

en el número de nuevos puestos de trabajo con sueldos dignos, un incremento en los ingresos fiscales y un incremento en las exportaciones de bienes y servicios de alto valor añadido. Décadas de inversión gubernamental en la base científica y tecnológica han convertido a Estados Unidos en un innovador de éxito pero, paradójicamente, no han conseguido asegurar elevados niveles de empleo, engrosar los ingresos fiscales ni promover la exportación de bienes y servicios. Apple es el primer ejemplo de cómo y por qué la economía nacional sufre esta paradoja.

Podemos plantearnos algunas preguntas interesantes sobre política para responder al creciente interés e investigación respecto a la innovación y el éxito de productos de Apple y de otras empresas tecnológicas. Tal como afirma Lazonick (2009), el modelo de negocio de la vieja economía fue clave en la creación de la era dorada de la revolución tecnológica de la producción en masa y el fordismo, pues el capital, el trabajo y el Estado compartían su potencial y sus beneficios. Se trataba de una era en la que la «estabilidad del empleo» y el crecimiento de la renta real se consideraban más importantes que la inseguridad y las *start-ups* millonarias. Es importante recordar que a pesar de que la innovación es una fuente clave de crecimiento a largo plazo, promover la innovación no es lo mismo que promover el crecimiento «equitativo». El crecimiento equitativo se consigue, en mayor medida, a través de buenas condiciones laborales y salarios dentro de las organizaciones empresariales.

La gran pregunta que debemos hacernos es si el modelo de negocio de la nueva economía se transformará para distribuir los beneficios de la revolución de las TIC. Teniendo en cuenta todo el éxito que estas nuevas tecnologías le han reportado a Apple, ¿cómo decide distribuir la riqueza creada dentro de la empresa? ¿Decidirá proporcionar empleos más seguros con la formación adecuada, salarios dignos, potencial para la promoción laboral y los beneficios necesarios para mantener un equilibrio real entre la vida laboral y la vida privada? ¿Acaso utilizará estos beneficios récord para premiar a una minoría privilegiada compuesta por directivos, accionistas e inversores? Sus decisiones tendrán un impacto real, no solo en los

resultados de la empresa sino también en la calidad de vida de sus miles de empleados.

¿DÓNDE ESTÁN LOS LABORATORIOS BELL DE LA ACTUALIDAD?

El ecosistema de innovación, que ha evolucionado como resultado de décadas de apoyo e intervenciones del Gobierno de Estados Unidos ha premiado de forma espléndida a las empresas de la nueva economía. En muchos sentidos ha sido un «campo de sueños» para las empresas como Apple. Y mientras que los estudios en política reconocen por definición el papel del Estado, no han conseguido realizar la conexión directa entre la actividad política del Estado y los resultados relativos al desarrollo empresarial, la toma de decisiones estratégicas y la innovación. Incluso aquellos que creen en la política pública no describen al Estado como un motor dinámico, sino como un facilitador. Como resultado, las corporaciones estadounidenses a menudo han perdido de vista qué es lo que ha hecho posible su éxito actual.

Un reciente estudio multidisciplinar del MIT[\[6\]](#) ha analizado las fortalezas y las debilidades del sistema de innovación de Estados Unidos y las causas del declive relativo de su producción manufacturera. El estudio ha intentado comprender por qué el desarrollo de innovaciones prometedoras se está estancando o simplemente se está yendo fuera del país antes de alcanzar la escala comercial. Uno de los hallazgos del estudio es el hecho de que, dentro de las grandes corporaciones, los grandes centros de I+D — como los Laboratorios Bell, Xerox PARC y el Alcoa Research Lab— se han convertido en vestigios del pasado; prácticamente han desaparecido. La investigación básica y aplicada de largo plazo ya no forma parte de la estrategia de las «grandes empresas», puesto que la I+D corporativa se centra ahora en las necesidades de corto plazo. El estudio afirma que «han aparecido grandes agujeros en el ecosistema industrial [estadounidense]»:

En la década de 1930, una empresa como DuPont no solo invirtió durante una década en la investigación básica que llevó a producir el nailon, sino que cuando el laboratorio tenía un producto prometedor, DuPont tenía el capital y las plantas para producirlo. En la actualidad, en que es más probable que la innovación emerja en pequeñas *spin-offs* o de los laboratorios de las universidades o el Gobierno, ¿de dónde provienen los recursos? ¿Qué disponibilidad de financiación hay en cada una de las etapas cruciales: producción de prototipos, demostraciones y pruebas, primera producción, comercialización a gran escala? Cuando el despliegue de una innovación se financia principalmente a través de la fusión y adquisición de las *start-ups* adolescentes y cuando las empresas adquirentes son extranjeras, ¿cómo se beneficia la economía estadounidense? (Comisión PIE, 2013, p. 26).

El estudio afirma que las empresas son reticentes a suministrar el bien público que beneficia a toda la sociedad desde estos laboratorios porque no pueden capturar todos los beneficios de la I+D. Tal como he argumentado en el capítulo 3, esta es la explicación habitual de por qué el Gobierno debe financiar áreas como la investigación básica, de la que es difícil apropiarse. Sin embargo, lo que no está claro es por qué y cómo ha cambiado esto a lo largo del tiempo. La brecha entre los beneficios privados y sociales (que surgen de las externalidades de la I+D) existía tanto en la era de los Laboratorios Bell como en la actualidad. Y lo que hoy en día se echa más en falta es el componente privado de la I+D trabajando en una asociación real con el componente público, lo que lleva a la aparición de lo que más adelante llamaré un ecosistema menos simbiótico. Por tanto, lo importante no es discutir sobre asociaciones y ecosistemas, sino plantear qué «tipo» de ecosistemas queremos tener, simbióticos o parasitarios, y qué políticas pueden conseguir que el sector privado «entre en el partido», en lugar de quedarse fuera y ocuparse solo de las áreas que generan beneficios de corto plazo, esperando a que el Gobierno lleve a cabo las inversiones de alto riesgo. ¿Es correcto que en una era en la que el presupuesto de los NIH para la I de la I+D aumenta todos los años, y se acerca a los 30.900 millones de dólares en 2012, las grandes empresas farmacéuticas estén cerrando sus unidades de I+D en nombre de una «innovación abierta»? ¿Mejorará esta decisión el ecosistema innovador?

La competitividad futura —en consecuencia, la prosperidad socioeconómica— de las naciones y regiones depende mucho de su capacidad para mantener su activo más valioso: el ecosistema de innovación del que forman parte. No obstante, considerando que el juego de la innovación puede estar amañado, es crucial entender no solo cómo construir un «ecosistema de innovación efectivo» sino también, y quizá de manera muy especial, cómo transformar el ecosistema para que sea simbiótico en lugar de «parasitario», para que la asociación público-privada incremente la apuesta, el compromiso y los beneficios de todos los jugadores que están invirtiendo en el juego de la innovación.

SOCIALIZACIÓN DEL RIESGO Y PRIVATIZACIÓN DE LOS BENEFICIOS: ¿PUEDE EL ESTADO EMPRENDEDOR COMER TAMBIÉN DE SU TARTA?

Un nuevo fármaco que genera más de 1.000 millones de dólares al año en ingresos es un medicamento comercializado por Genzyme. Se trata de un medicamento para una enfermedad rara que inicialmente desarrollaron los científicos de los Institutos Nacionales de Salud. La empresa fijó al alza el precio de la dosis anual en 350.000 dólares. A pesar de que la legislación da derecho al Gobierno a vender estos medicamentos que ha desarrollado a precios «razonables», los políticos no han ejercido este derecho. El resultado es una situación extrema, en la que los costes de desarrollar este medicamento se socializaron mientras que los beneficios se privatizaron. Además, algunos de los contribuyentes que financiaron el desarrollo del fármaco no tienen acceso a él para sí mismos o para sus familias porque no se lo pueden permitir.

VALLAS, KLEINMAN y BISCOTTI (2009, p. 24)

LA REALIDAD SESGADA DEL RIESGO Y EL BENEFICIO

En el mundo de las finanzas suele aceptarse que existe una relación entre el riesgo y el beneficio. Después de la crisis financiera, muchos autores han advertido (y con razón) que el sector financiero había privatizado cada vez más los beneficios de sus actividades a la vez que socializaba el riesgo (Alessandri y Haldane, 2009). Esta dinámica disfuncional también se ha producido en la innovación. La asunción

de riesgo ha sido un esfuerzo cada vez más colectivo —con el Estado asumiendo una parte fundamental en el sistema de «innovación abierta»— mientras que los beneficios se han repartido de una forma mucho menos colectiva.

Muchos autores aciertan al destacar que la crisis financiera y los subsiguientes rescates son la prueba de que estamos operando en una economía que socializa los riesgos y privatiza los beneficios, de tal forma que enriquece a las élites a expensas de todos los demás. Los rescates pusieron de manifiesto que el sector financiero actúa sobre la economía como una sangría potencialmente parasitaria que estamos obligados a aceptar. En el sector financiero, los bancos han cortado el riesgo muy fino, lo han comercializado y lo han rentabilizado tantas veces que su participación en los beneficios sobrepasa con creces la de la «economía real». Las empresas financieras han crecido hasta alcanzar tamaños absolutamente incomprensibles y se han insertado de manera tan profunda en la economía global que se consideran «demasiado grandes para caer»; a muchos les inquieta que, con independencia de su temeridad, el hecho de que su supervivencia sea esencial les asegura que la próxima vez que colapsen el Estado las rescatará (lo que provocará la quiebra de este en el proceso). Ya sea justo o no, están situadas para ganar cuando la tendencia es alcista, pero también cuando las cosas van mal. Debería revisarse el hecho de que los tipos de interés se contabilicen en el PIB como «servicios» proporcionados por el sector de intermediación del riesgo, ahora que sabemos quién asume el riesgo real. Los intereses son, en este sentido, una mera renta. Usura.

A lo largo de este libro hemos visto que se produce una disfunción parecida en el mundo de la producción, e incluso en lo mejor de la producción. A pesar de que la crisis financiera ha provocado que muchos políticos quieran, de forma acertada, apoyar a la «economía real» a través de la estrategia industrial, las políticas deberían tener cuidado de no añadir más combustible al fuego. En lugar de desperdiciar el dinero con las «ciencias de la vida» o las tecnologías de la información, primero deberían corregirse algunas de las disfuncionalidades de estos sectores. En el sector farmacéutico, a

pesar de que el Estado asume la investigación más arriesgada, son las grandes farmacéuticas las que ingresan la mayor parte de los beneficios. Mientras las tecnologías limpias, como las energías eólica y solar, luchan para afianzarse en los sistemas energéticos mundiales, los directivos y accionistas (¡incluso los de las empresas que pierden dinero!) consiguen cosechar millones de beneficios provenientes de actividades suscritas en parte por el Estado (Hopkins y Lazonick, 2012). En los sectores de la nueva economía, empresas como Apple obtienen los beneficios de las tecnologías financiadas por el Estado, así como de la financiación pública del riesgo financiero, y después apenas pagan los impuestos que podrían utilizarse para financiar las tecnologías «inteligentes» futuras. ¿Cuál es el futuro de este sistema de riesgo socializado y beneficios privatizados?

La discusión necesaria para reequilibrar la situación no gira solo alrededor del tamaño y el equilibrio de las actividades del sector financiero. No basta con que los países empujen la innovación o defiendan la recuperación industrial. Lo que se requiere es una dinámica riesgo-beneficio funcional, que sustituya la relación disfuncional de «riesgo socializado» y «beneficio privatizado», que caracteriza la actual crisis económica y que se hace evidente tanto en la industria moderna como en las finanzas. El equilibrio correcto entre riesgo y beneficio puede promover —en lugar de minar— la innovación futura y reflejar su naturaleza colectiva, a través de una difusión más amplia del beneficio.

Tal como he afirmado en los capítulos anteriores, el hecho es que no se ha prestado suficiente atención a la pregunta de quiénes asumen en realidad el riesgo dentro del proceso de innovación. La distribución desigual y «desnivelada» del riesgo expuesta en el capítulo 1 ha permitido que algunos agentes (como los capitalistas de riesgo) del sistema de innovación se describan a sí mismos como los principales tomadores de riesgo y, al hacerlo, han exigido una mayor proporción de los beneficios (Lazonick y Mazzucato, 2013). Es interesante constatar que, a pesar de que algunos capitalistas de riesgo famosos reconocen el papel central del Estado (Janeway, 2012), no están dispuestos a renunciar a parte de los beneficios que

han sido capaces de capturar gracias a estas inversiones, y todavía están menos dispuestos a permitir que el Estado aumente los impuestos sobre las ganancias de capital y el impuesto de sociedades, en relación con los cuales la industria del capital riesgo ha sido uno de los principales grupos de presión a favor de su reducción (Lazonick, 2009, p. 73). Los capitalistas de riesgo, después de haber convencido a los políticos (y a gran parte de los medios) de que son la fuerza «emprendedora» de la «economía del conocimiento», se benefician de las mayores desgravaciones fiscales y los menores tipos impositivos dentro de las ganancias de capital (que corresponden a la mayor parte de sus beneficios económicos).

La idea de un Estado emprendedor pone de manifiesto que para permitir el crecimiento no solo hay que ser «inteligente», sino también «inclusivo», lo que requiere una identificación y una comprensión más amplias de los agentes que asumen los riesgos necesarios para que se produzca dicho crecimiento. Por ejemplo, por lógica no deberían criticarse las bonificaciones bancarias utilizando argumentos en contra de la avaricia y la desigualdad que producen (a pesar de que estas generen emociones poderosas). En lugar de esto, para argumentar en su contra debería atacarse la base lógica subyacente sobre la que se asientan; es decir, que tal compensación es un reflejo del riesgo asumido en el proceso de desarrollo económico.

La idea heredada es que los banqueros asumen riesgos muy elevados y cuando estos riesgos generan un beneficio deben ser recompensados, ya que «se lo merecen». Una lógica parecida es la que se utiliza para justificar los beneficios desorbitados que los accionistas poderosos han obtenido en las últimas décadas, que han sido otra fuente importante de la creciente desigualdad. La lógica de este aserto es que los accionistas son los principales tomadores de riesgo, ya que solo consiguen beneficios una vez que se ha pagado a todos los demás actores económicos (el «residuo», si existe, una vez se han pagado los salarios de los trabajadores y directivos, los préstamos y otros gastos). Por tanto, cuando hay un residuo elevado, los accionistas son el demandante apropiado. De hecho, podría darse el caso de que no ganaran nada, ya que no hay

ninguna garantía de que habrá un residuo (Jensen, 1986; véase una crítica de esta idea en Lazonick, 2012). O, al menos, esta es la teoría.

La ideología del valor del accionista se basa en su visión como «demandante residual» y, por tanto, el principal tomador de riesgo, ya que no goza de una tasa de beneficio garantizada (Jensen, 1986). Este argumento se ha utilizado para justificar los enormes beneficios de los accionistas (Lazonick, 2007; Lazonick y Mazzucato, 2013). Este esquema, por tanto, asume que los otros agentes del sistema (contribuyentes, trabajadores) *tienen* una tasa de beneficio garantizada, sin prestar atención, entre otras cosas, al hecho de que algunas de las inversiones más arriesgadas del Gobierno no tienen ninguna garantía: por cada inversión exitosa que lleva a una nueva tecnología como internet, hay muchas otras inversiones fallidas, y eso es una consecuencia del hecho de que la innovación es incierta. No obstante, reducir la capacidad del Estado para recaudar impuestos o para recibir la parte justa de los beneficios daña su capacidad para asumir este riesgo. Retomaré este asunto en el siguiente apartado.

La identificación de quién asume el riesgo no puede llevarse a cabo afirmando sin más que los accionistas son los únicos actores económicos que no tienen beneficios garantizados. Se trata de una premisa central, y falaz, de la economía financiera, basada en la teoría de la agencia. De hecho, desde el momento en que los accionistas se limitan a comprar y vender acciones, y están dispuestos a hacerlo porque liquidar estas inversiones de cartera es muy fácil, contribuyen muy poco al proceso de innovación, si es que lo hacen, y asumen muy poco riesgo, si es que lo hacen. En cambio, los gobiernos invierten capital y los empleados trabajo (tiempo y esfuerzo) en el proceso de innovación, sin ninguna garantía de obtener un beneficio proporcional a sus inversiones, ni que serán «rescatados» (o de que no serán despedidos) en caso de fracaso. En beneficio de la innovación, necesitamos instituciones sociales que permitan que estos tomadores de riesgo reciban los beneficios del proceso de innovación solamente si este tiene éxito.

Una mejor comprensión del riesgo aporta valor al sector público en las actividades innovadoras. Proporciona de inmediato una lógica para que se produzca una distribución más colectiva de los beneficios, teniendo en cuenta que la innovación es el resultado de un proceso acumulativo, colectivo e incierto (y no solo un proceso financiero especulativo con unos tiempos bien definidos). La necesidad de identificar mejor cómo la división del «trabajo innovador» se corresponde con una mejor división de los beneficios es fundamental para entenderlo. Los estudios sobre la innovación han proporcionado interesantes ideas respecto al primer asunto; por ejemplo, sobre la dinámica cambiante entre las grandes empresas, las pequeñas empresas, la investigación gubernamental y los individuos en el proceso de innovación. Pero todavía tenemos problemas para entender cómo se reparten los beneficios. Y, tal como he afirmado, los gobiernos y los trabajadores también invierten en el proceso de innovación (y quizá sus inversiones son incluso mayores) sin tener unos beneficios garantizados. El caso de Apple resulta muy revelador al respecto.

La cuestión fundamental es la relación entre aquellos que asumen el riesgo al contribuir con su trabajo y capital en el proceso de innovación y aquellos que se apropian de los beneficios del proceso de innovación. Como proposición general sobre la relación entre riesgo y beneficio, cuando la apropiación de beneficios supera la asunción de riesgo en el proceso innovador, el resultado es la injusticia; cuando el nivel de injusticia afecta a la inversión en el proceso de innovación, el resultado es la inestabilidad; cuando el nivel de inestabilidad incrementa la incertidumbre del proceso de innovación, el resultado es la ralentización o incluso el declive del crecimiento económico. Crear instituciones que regulen la relación entre riesgo y beneficio para que se sostenga el crecimiento económico equitativo y estable es uno de los principales retos.

Para conseguirlo es esencial concebir la innovación como un proceso colectivo, que implica una división del trabajo extensiva que puede incluir a muchos participantes. Como base del proceso de innovación, es el Estado el que suele realizar las inversiones en infraestructura física y humana que los trabajadores individuales y

las empresas serían incapaces de efectuar por su cuenta, tanto a causa del elevado nivel de costes fijos que requiere la inversión en innovación como del nivel de incertidumbre que estas inversiones conllevan. El Estado también subvenciona las inversiones que permiten que los trabajadores individuales y las empresas participen en el proceso de innovación. Los investigadores académicos interactúan a menudo con expertos de la industria en el proceso de generación de conocimiento. Dentro de la industria, hay consorcios de investigación que pueden reunir a empresas que de otro modo estarían compitiendo entre ellas. También hay interacciones entre usuario y productor en el desarrollo de productos dentro de la cadena de valor. Dentro de la división de trabajo jerárquica y funcional de la empresa tenemos la integración del aprendizaje organizativo en las rutinas de proceso, que condicionan las capacidades y los esfuerzos de mucha gente.

UN NUEVO SISTEMA

¿Cuáles son los mecanismos que pueden contribuir a asegurar que el crecimiento no sea solo «inteligente» sino también «inclusivo» (por ejemplo, el objetivo de la Estrategia 2020 de la Comisión Europea)? ¿Cuáles son las causas de que la innovación y la desigualdad hayan ido de la mano? A pesar de que los economistas clásicos (David Ricardo o Karl Marx) estudiaron la innovación y la distribución de forma conjunta, por ejemplo a través del análisis del efecto de la mecanización sobre la ratio salario-beneficio, durante años la innovación y la distribución se han estudiado de forma independiente. Hoy en día, han vuelto a unirse sobre todo a través del enfoque de la descualificación y de la percepción de que la innovación tiene tendencia a permitir que aquellos que tienen grandes cualificaciones salgan adelante, mientras que quienes tienen pocas se quedan atrás (Acemoglu, 2002). Este enfoque considera exógenas las cualificaciones y la tecnología, cuyas existencias se dan por supuestas. Este esquema tampoco puede explicar de dónde proceden la innovación y las mejores cualificaciones para el trabajo.

Si se tienen en cuenta estas cuestiones, es muy difícil aceptar que la principal fuente de desigualdad —entre el 1 por ciento que reciben las rentas más elevadas y el 99 por ciento restante— son las «elevadas cualificaciones» de este 1 por ciento en comparación con todos los demás (Atkinson *et al.*, 2011). Explicar esta enorme diferencia salarial requiere un nuevo enfoque.

En Lazonick y Mazzucato (2013) elaboramos un esquema basado en *la relación entre riesgo y beneficio* para estudiar la relación entre la innovación y la desigualdad, que se basa en una teoría de la innovación. Nos preguntamos: ¿Qué tipos de actores económicos (trabajadores, contribuyentes, accionistas) aportan con esfuerzo y dinero al proceso de innovación a cambio de beneficios futuros inherentemente inciertos? ¿Son capaces de apropiarse de los beneficios del proceso de innovación si (y cuando) aparecen? Afirmamos que es el hecho de que el proceso de innovación sea colectivo, acumulativo e incierto lo que provoca esta desconexión entre los riesgos y la posibilidad de beneficios.

Sostenemos que, cuando entre estos diferentes tipos de actores colectivos (en el «ecosistema»), la distribución de los beneficios financieros del proceso de innovación refleja la distribución de la contribución al proceso de innovación, esta tiende a reducir la desigualdad. No obstante, cuando algunos actores son capaces de conseguir un porcentaje de los beneficios financieros del proceso de innovación que es desproporcionado respecto a su contribución, la innovación incrementa la desigualdad. Este segundo resultado se produce cuando ciertos actores son capaces de situarse en el punto —a lo largo de la curva de innovación acumulativa— en el que la empresa innovadora genera beneficios financieros, es decir, cerca de la comercialización del producto final o, en algunos casos, cerca de los mercados financieros como la bolsa. Estos actores privilegiados presentan entonces argumentos ideológicos, que suelen encontrar una base intelectual en las proposiciones sobre eficiencia de la economía neoclásica (y la teoría relacionada del «valor del accionista»), que justifican los porcentajes desmesurados de las ganancias generadas por la innovación de los que son capaces de apropiarse. Tales argumentos ideológicos favorecen de manera

invariable las contribuciones financieras al proceso de innovación, por encima tanto de las contribuciones de los trabajadores como de las de los contribuyentes. En último término, precisamente debido a que la innovación es un proceso colectivo y acumulativo, el desequilibrio en la relación entre coste y beneficio no solo lleva a una mayor desigualdad, además debilita el propio proceso de innovación.

Encontrar una forma de reequilibrar la asunción de riesgo con los beneficios es crucial, no solo para reducir la desigualdad, sino también para promover la innovación futura.

BENEFICIOS DIRECTOS O INDIRECTOS

Si se tiene en cuenta la relación comúnmente aceptada entre el riesgo y el beneficio en la teoría financiera, si el Estado es tan importante para financiar las inversiones de alto riesgo en innovación, la conclusión debería ser que el Estado tendría que recibir un beneficio directo sobre su inversión arriesgada. Estos beneficios podrían utilizarse para financiar la siguiente ronda de innovaciones, pero además podrían contribuir a cubrir las inevitables pérdidas que surgen cuando se invierte en áreas de alto riesgo. Por tanto, en lugar de preocuparse demasiado por la capacidad o incapacidad del Estado para «tomar decisiones», debería prestarse más atención a cómo premiar los éxitos cuando ocurren para que los beneficios puedan cubrir las pérdidas de los inevitables fracasos, así como financiar los éxitos futuros. Por expresarlo de forma provocadora, si al Estado se le hubiera devuelto solo un 1 por ciento de las inversiones realizadas en internet, hoy habría muchos más recursos para invertir en tecnología verde.

No son pocos los que afirman que no es acertado plantearse que el Estado reciba un beneficio directo porque ya obtiene un beneficio de sus inversiones de forma *indirecta* a través del sistema fiscal. Sin embargo, este argumento parte de la base de que el sistema impositivo ya obtiene beneficios «justos y proporcionales» de diferentes fuentes y, por extensión, el pago de impuestos refleja la

mejor configuración posible para apoyar el crecimiento económico. No obstante, la realidad es que el sistema fiscal no se concibió para apoyar a los sistemas de innovación, que están liderados de forma desproporcionada por actores dispuestos a invertir durante décadas antes de que los beneficios aparezcan en el horizonte. Además de esto, el argumento no tiene en cuenta el hecho de que la evasión de impuestos es frecuente, y no es realista pensar que va a desaparecer (en Reino Unido, una investigación reciente sugiere que la «brecha fiscal», por ejemplo los impuestos sobre la renta no recaudados, que incluye la evasión fiscal y los pagos atrasados, es de 120.000 millones de libras, una cifra cercana al déficit nacional, que es de 126.000 millones de libras).[\[1\]](#)

Si se tiene en cuenta que las empresas modernas a menudo son organizaciones globales que hacen negocios con múltiples gobiernos, en respuesta a las necesidades de muchos estados desarrollistas, es imposible juzgar si el apoyo del Estado a la innovación en una región le es retornado por parte de las empresas que actúan allí. Los movimientos de capital (y de empresas) implican que la región concreta que financia la mayor parte de la innovación puede *no* estar en posición de cosechar después los beneficios económicos en términos de, por ejemplo, creación de empleo e impuestos. Dar por sentado que el sistema fiscal captura de forma adecuada el porcentaje correcto de beneficios que surgen de la inversión del Estado es tan problemático como ingenuo.

Apple es un ejemplo paradigmático de esto. Tal como he expuesto en el capítulo 5, Apple recibió financiación inicial del programa SBIR del Gobierno de Estados Unidos y todas las tecnologías que hacen que el iPhone sea «inteligente» fueron también financiadas por el Estado (con conexiones con programas de Estados Unidos): internet, redes inalámbricas, GPS, microelectrónica, pantallas táctiles y el reciente asistente personal activado por voz Siri. Aun así, tal como he expuesto en el capítulo 8, Apple ha utilizado frecuentemente prácticas gracias a las cuales paga muchos menos impuestos al Gobierno de Estados Unidos de lo que le correspondería. También ha decidido dispersar sus propias actividades productivas y de I+D por todo el planeta, dejando muy poco en Estados Unidos, aparte de los

empleos con sueldos bajos en la distribución minorista dentro de una red de tiendas al por menor. Si se tiene en cuenta la huella global de la compañía, el sistema fiscal estadounidense no puede recuperar de forma fiable ni precisa las inversiones del Estado que contribuyeron a forjar «ganadores», como Apple, a través del apoyo de una serie de innovaciones arriesgadas.

El problema es incluso más evidente en la industria farmacéutica. Tal como he planteado antes, tres cuartas partes de las nuevas entidades moleculares biofarmacéuticas deben su existencia a los laboratorios públicos. Aun así, en los últimos diez años, las diez mayores empresas de esta industria consiguieron más beneficios que el resto de las empresas de la *Fortune 500* juntas. La industria también goza de grandes ventajas fiscales: sus costes de I+D son deducibles, igual que muchos de sus enormes gastos en marketing, algunos de los cuales se contabilizan como I+D (Angell, 2004). Después de asumir la mayor parte de los costes de I+D, el Estado a menudo dona los resultados al precio más bajo posible. Por ejemplo, el Taxol, un fármaco contra el cáncer desarrollado por los NIH, ahora lo comercializa Bristol-Myers Squib por 20.000 dólares por dosis anual, que es veinte veces el coste de producción. Sin embargo, la empresa paga solo el 0,5 por ciento a los NIH en concepto de *royalties* por este fármaco. En casi todos los demás casos, no se paga nada en concepto de *royalties*. Tan solo se da por sentado que la inversión pública tiene el objetivo de contribuir a crear beneficios para las empresas en cuestión, prestando poca o ninguna atención a la obviamente distorsionada distribución del riesgo y el beneficio que esto representa.

¿Qué hacer? A continuación presento algunas sugerencias concretas.

La participación privilegiada en IPR y el «fondo de innovación» nacional

Cuando el Gobierno financia de manera directa una revolución tecnológica aplicada, debería ser capaz de extraer a cambio un *royalty* de estas aplicaciones. Los beneficios de los *royalties*, obtenidos en diferentes sectores y tecnologías, deberían ingresarse en un «fondo de innovación», que el Gobierno podría utilizar para financiar futuras innovaciones. Garantizar un beneficio para el Estado no debería impedir la diseminación de las nuevas tecnologías a través de la economía, ni desincentivar a los innovadores para asumir su parte del riesgo. En su lugar, conseguiría que el dinero de los contribuyentes catalizara innovaciones radicales más sostenibles, al permitir que una parte de los beneficios financieros obtenidos volvieran directamente al programa a lo largo del tiempo. Un primer paso hacia el inicio de este proceso es incrementar la transparencia de la inversión del Gobierno. Para ello habría que facilitar el control del gasto gubernamental a favor de la industria y hacer que las empresas informen del contenido y el valor de sus colaboraciones público-privadas, de una forma que no comprometa la información patentada. Cuanta más información se pueda obtener del proceso de innovación, más efectiva será la política de toma de decisiones.

Burlamaqui (2012) afirma que este problema no puede solucionarse simplemente con la corrección de los fallos del mercado, sino de forma más amplia a través de la configuración del mercado, mediante el concepto de «gobernanza del conocimiento». Afirma que «desde una perspectiva de la gobernanza del conocimiento, la pregunta crucial que deberíamos plantearnos es cuándo deja de funcionar la protección extendida para generar beneficios schumpeterianos y se convierte en la base para una búsqueda y extracción de rentas» (Burlamaqui, 2012, p. 5). Alega que una herramienta para gobernar el conocimiento con fondos públicos sería que el Gobierno se quedase una participación privilegiada de las patentes que surgen de la investigación financiada con fondos públicos, para asegurarse de que el propietario de la patente se comporte de forma cooperativa, por ejemplo, licenciando la patente de forma *amplia y justa* después de un periodo inicial de protección. El primero en actuar sería capaz de recuperar sus costes, pero esto no excluiría que los demás utilizaran la innovación.

Préstamos contingentes a los ingresos y participaciones

Existen otras posibilidades para conseguir que el Estado reciba un beneficio directo de sus inversiones en innovación. Una es asegurarse de que los préstamos y garantías concedidos por el Estado a las empresas no se otorguen sin ninguna restricción. Los préstamos y las subvenciones pueden tener condiciones, tales como ser contingentes a los ingresos, parecidos a los *préstamos de estudios*. Una empresa que haya recibido un préstamo o una subvención del Estado, si y cuando consiga un beneficio por encima de cierto umbral deberá devolver una parte. Después de que Google haya obtenido miles de millones de beneficios, ¿no debería devolver un pequeño porcentaje para financiar a la agencia pública que financió su algoritmo?

Además de los préstamos contingentes a los ingresos, también existe la posibilidad de que el Estado mantenga una participación en las empresas a las que apoya. De hecho, esto es lo que ocurre en muchos países, como Finlandia, donde el Fondo de Innovación de Finlandia (SITRA), una de las agencias de financiación pública del Gobierno, mantuvo una participación en Nokia por sus inversiones iniciales. La inversión era exactamente la de etapa inicial, la misma que el capital riesgo ha evitado cada vez más. No obstante, la participación del Estado en empresas privadas es algo temido en países como Estados Unidos o Reino Unido (y en aquellos países que están copiando el modelo anglosajón), porque consideran que el paso siguiente es... el comunismo. Aun así, esto es capitalismo puro y duro: las empresas capitalistas más exitosas se ven respaldadas por un Estado activo, que hace inversiones arriesgadas, al que se ha criticado con demasiada rapidez cuando las cosas han ido mal (por ejemplo, con el Concorde) y se le ha recompensado demasiado poco cuando las cosas han ido bien (por ejemplo, en el caso de internet).

Bancos de desarrollo

Hay, por supuesto, una herramienta más directa: un banco de inversión del Estado. A pesar de que se ha defendido de manera profusa la importancia de un banco de inversión del Estado para cubrir las necesidades del préstamo contracíclico (Skidelsky, Martin y Wigstrom, 2012), otra razón por la cual es importante es precisamente para recuperar un beneficio con el objetivo de financiar la inversión futura. En 2012, el KfW, el banco de inversión estatal de Alemania, declaró unos beneficios de 3.000 millones de dólares, mientras que la mayoría de los bancos privados están en números rojos, y muchos de ellos están experimentando una caída de los beneficios. De hecho, cuando la institución estatal está dirigida por personas que no solo creen en el poder del Estado sino que poseen experiencia en el proceso de innovación, entonces el resultado produce un beneficio elevado. Un buen ejemplo de ello es el BNDES de Brasil, que ha estado invirtiendo de manera activa en innovación, tanto en tecnología limpia como en biotecnología. En 2010 consiguió un beneficio del 21 por ciento sobre el capital. El porcentaje que el BNDES se quedó fue reinvertido en muchos nuevos sectores clave, y se centró de forma específica en el estadio del valle de la muerte en biotecnología, en el que el capital riesgo privado está totalmente ausente. No obstante, el papel de los bancos de inversión del Estado puede ir más allá, y de hecho lo hace, como en el caso del CDB chino, que no es solo un sustituto de las «finanzas privadas», que son demasiado adversas al riesgo como para invertir en los productores de energía solar, sino también un medio para crear oportunidades para los productores. Un ejemplo de ello es la financiación de 3.000 millones de dólares del CDB para el mayor proyecto de energía eólica en Argentina, que utiliza turbinas eólicas chinas. Los productores argentinos de energía eólica recibieron la financiación a la que no podían acceder por vías comerciales, y China consiguió ventas para uno de sus productores de tecnología eólica, junto con los intereses de los préstamos, que

pueden contribuir a otros objetivos económicos futuros (Nielsen, 2012).

En resumen, el crecimiento «inteligente», inclusivo y sostenible no se producirá solo. Se requieren instrumentos específicos para hacerlo posible. Esta discusión es solo el inicio.

10 CONCLUSIONES

Cuando el objetivo es promocionar el crecimiento encabezado por la innovación, es fundamental comprender las importantes funciones que pueden desempeñar tanto el sector público como el sector privado. Hacerlo requiere entender no solo la importancia del «ecosistema» de innovación, sino también *lo que cada actor aporta a este ecosistema*. Asumir que el sector público puede, a lo sumo, incentivar la innovación liderada por el sector privado (a través de subsidios, reducciones de impuestos, precios del carbono o estándares técnicos) no explica los muchos ejemplos en que la fuerza emprendedora líder vino del Estado y no del sector privado, de manera especial pero no exclusiva, ante la reciente crisis. Ignorar o pasar por alto este hecho ha tenido un impacto en el tipo de asociaciones público-privadas que se han creado (potencialmente parasitarias en lugar de simbióticas) y ha servido para dilapidar en incentivos ineficaces mucho dinero (incluyendo diferentes tipos de recortes impositivos) que podría haberse gastado de forma más efectiva.

Para comprender el papel fundamental del Estado en la toma de riesgos que caracteriza el capitalismo moderno, es importante reconocer el carácter «colectivo» de la innovación. Interactúan diferentes tipos de empresas (grandes y pequeñas), diferentes tipos de finanzas y diferentes tipos de políticas del Estado, instituciones y departamentos, a veces de formas imprevisibles pero factibles para alcanzar los objetivos deseados. Los estudios sobre *sistemas de innovación*, encabezada por Freeman (1995), Lundvall (1992) y Nelson (1993), son especialmente relevantes a este respecto. Existe

una creciente confianza en los sistemas horizontales de difusión, a medida que nos movemos hacia sistemas de innovación abiertos, en los que se reducen las barreras entre la colaboración pública y privada.

Durante años hemos sabido que la innovación no es solo resultado del gasto en I+D, sino también de un conjunto de instituciones que permiten que el nuevo conocimiento se difunda a través de toda la economía. Las conexiones dinámicas entre ciencia e industria son una forma de sostener la innovación. Sin embargo, los ejemplos de este libro han demostrado que estas «conexiones» pueden ser mucho más profundas y prologarse durante varias décadas. Se hace mucho más difícil seguir visualizando el proceso de innovación como algo que ocurre a través de actividades separadas y aisladas, llevadas a cabo por el Estado y las empresas.

Sin embargo, más que introducir neologismos, como *ecosistemas* de innovación, para describir el proceso de innovación, ahora es más importante que nunca comprender la división del trabajo «innovador» entre los diferentes actores de esos ecosistemas, en particular el papel y el compromiso de cada actor en el contexto del *panorama abrupto de riesgo* dentro del que están operando. Si se tiene en cuenta que es necesario que el Estado asuma riesgos, no debe limitarse simplemente a absorber (o incluso «mitigar») el riesgo del sector privado, sino que debe aceptar el tipo de riesgos que el sector privado no está dispuesto a asumir y, por tanto, debería obtener los beneficios de esta toma de riesgo. Esto último es fundamental, porque así el ciclo de innovación puede mantenerse a lo largo del tiempo (los beneficios de la actual ronda de innovación financian la siguiente ronda, así como las inevitables pérdidas que se producen durante el camino) y es menos susceptible al ciclo político y económico. Las políticas públicas deberían centrarse en el sector público, dentro y entre sectores e instituciones, para favorecer acciones que *de lo contrario no se producirían* (justo lo que Keynes afirmó en *El final del «laissez-faire»*, 1988). No se trata solo del importante papel contracíclico que debería tener el gasto público (y del que por desgracia carece hoy en día como consecuencia de la ideología de la austeridad), sino también del tipo de preguntas que

deben plantearse a cada instrumento político individual. Por ejemplo, ¿consiguen las desgravaciones fiscales a la I+D que se lleve a cabo I+D que de lo contrario no se realizaría?

Esta diferencia de carácter (si se compara con las empresas) explica por qué el Estado no puede ejercer un papel «exacto» y «limitado» en la innovación (una especie de punto de equilibrio). Aceptar esta diferencia conlleva la necesidad de un mecanismo para comprender tanto el área específica de influencia del Estado como los indicadores específicos de resultados necesarios para evaluar sus actividades. Por ejemplo, a pesar de que la financiación del avión Concorde (el ejemplo típico que se utiliza para acusar al Gobierno de su incapacidad para «acertar») puede considerarse un fracaso, una comprensión real de los resultados del Estado en ese proyecto debería ir más allá de un simple análisis coste-beneficio y tener en cuenta todos los efectos colaterales —tangibles e intangibles— que resultaron de la inversión en el Concorde. ¿Se ha hecho esto alguna vez? No, y aun así parece que todo el mundo está de acuerdo en que fue un enorme fracaso.

Por supuesto, lo que distingue al Estado no es solo su misión, sino también las diferentes herramientas y medios que tiene para desplegarla. En su épico libro *La gran transformación: crítica del liberalismo económico* (1944), Karl Polanyi afirma que el Estado creó —ejecutando en vez de limitarse a alentar— el mercado más «capitalista» de todos, el «mercado nacional» (mientras que los mercados locales e internacionales precedieron al capitalismo). La economía capitalista estará siempre subordinada al Estado y sujeta a sus cambios. Por tanto, en lugar de confiar en el falso sueño de que los «mercados» gobernarán el mundo de forma óptima si nos limitamos a «dejarles actuar», los políticos deberían aprender cómo utilizar de forma eficiente las herramientas y los medios para configurar y crear mercados, haciendo posibles cosas que de lo contrario no ocurrirían. También debemos asegurarnos de que se trate de cosas que necesitamos. Esto requiere cada vez más que el crecimiento sea no solo «inteligente» sino también «inclusivo» y «sostenible».

Es importante, por supuesto, no mitificar las especificidades y capacidades del Estado. Cuando el Estado teme los «ataques nucleares» de la Unión Soviética, el hundimiento de Florida o quedarse sin petróleo puede hacer cosas que nadie más puede hacer; por ejemplo, utilizar su capacidad para *crear dinero* y arriesgarlo en una idea o solución vana, como la guerra. Por otro lado, el Estado puede hacer todo esto influyendo sobre una enorme red social nacional de conocimiento y de empresarios perspicaces; una red en la que todos tienen la seguridad de que no importa lo que ocurra, pues el dinero del contribuyente seguirá llegando pues, en última instancia, el Estado es una fuerza obligatoria activa en nuestra vida. No obstante, debemos asegurarnos de que lo controlamos a través de nuestras estructuras de gobierno fragmentadas y procesos electorales.

Confiar única y exclusivamente en Keynes significa aceptar que el papel del Estado, con el objetivo de equilibrar las cuentas, puede también financiar una búsqueda inútil de billetes en una mina de carbón abandonada. Siguiendo la sabiduría de Steve Jobs, a la que me he referido antes, es el Estado el que debería ser «alocado» en su búsqueda del desarrollo tecnológico y la solución de problemas sociales. Si el Estado invierte en internet o en energías limpias, ya sea en nombre de la seguridad nacional (después de imaginar una nueva «amenaza») o del cambio climático (o, como a menudo se apunta, en el de la «independencia energética»), puede hacerlo a una escala y con unas herramientas que no están disponibles para las empresas privadas (por ejemplo, imposición, regulación). Si un obstáculo fundamental para la inversión empresarial en una nueva tecnología es que no se harán inversiones que puedan generar beneficios para el «bien público» (puesto que la empresa no puede capturar la mayor parte del valor creado), entonces es esencial que el Estado lo haga... y se preocupe de cómo transformar después estas inversiones en nuevo crecimiento económico. Las empresas «alocadas» no sobrevivirán, ya que todas ellas deben tomar riesgos calculados relativos al desarrollo de productos y a la entrada a nuevos mercados. El éxito de Apple no depende de su capacidad para crear nuevas tecnologías, sino de sus capacidades organizativas

para integrar, comercializar y vender estas tecnologías que ya están disponibles. En cambio, la flexibilidad es un activo importante para el Estado, que debería permitirle hacer estas inversiones «alocadas» en tecnología de forma enfocada a un objetivo. ¿Quién habría adivinado que la tecnología creada para preservar la capacidad de los sistemas de comunicaciones durante una guerra nuclear se convertiría en una plataforma mundial de conocimiento, comunicaciones y comercio? ¿Cuántos pensaron entonces que internet era una forma «alocada» de invertir millones de dólares de los contribuyentes?

Lo que se necesita en la actualidad es una perspectiva de «sistema», pero una que sea más realista en lo referente al verdadero papel —no el mitológico— de los actores individuales y a las relaciones entre ellos, dentro y a lo largo del panorama del riesgo. Como ya he afirmado, debe unir también la brecha de conocimiento existente en la explicación de cómo las inversiones del Estado catalizan, influyen y conectan el crecimiento de las organizaciones empresariales en las que confiamos, en última instancia, para producir nuevas tecnologías a una mayor escala. Por ejemplo, es poco realista pensar que el área de las tecnologías limpias, intensiva en capital y con alto riesgo, estará «liderada» por el capital riesgo, o «alentada» por un banco de inversión verde pequeño y poco estructurado. En el caso de la energía limpia, no solo se trata de la disposición del Estado a liderar, sino también de su disposición a *mantener* el apoyo a estas nuevas tecnologías de transición, hasta que la industria pueda «madurar»; es decir, hasta que el coste y los resultados alcancen o superen aquellos de las tecnologías competidoras (por ejemplo, los combustibles fósiles). La historia de las nuevas tecnologías nos enseña que las inversiones privadas tienden a esperar a que el Estado haya llevado a cabo las primeras inversiones arriesgadas. De hecho, a menudo ha sido el gasto del Estado el que ha absorbido la mayor parte del riesgo real y la incertidumbre en la aparición de nuevos sectores, así como en áreas particulares de los viejos sectores (por ejemplo, los fármacos radicalmente nuevos). Aun así, los beneficios de estas inversiones «revolucionarias» del Estado se han privatizado prácticamente en su totalidad. A pesar de que esto resulta especialmente obvio en la

industria farmacéutica, en la que los medicamentos financiados con el dinero de los contribuyentes suelen ser demasiado caros como para que estos mismos contribuyentes puedan comprarlos (Vallas *et al.*, 2011), ocurre lo mismo en otros ámbitos tecnológicos, en los que empresas como Apple, que han recibido la mayor parte de los beneficios de fondos públicos, tanto de manera directa como indirecta, se las arreglan para evitar pagar sus impuestos (Mazzucato, 2013).

De todo este análisis se pueden extraer tres conclusiones clave.

La primera: no basta con hablar del «Estado emprendedor», sino que debemos construirlo. Para ello debemos centrar la atención en instituciones y organizaciones gubernamentales concretas que sean capaces de crear estrategias de crecimiento de largo plazo y «aceptar» el inevitable fracaso que esto conlleva. De hecho, no es una coincidencia que los países más débiles de la eurozona sean precisamente aquellos que tienen un nivel bajo de gasto en áreas que, a pesar de que parecen costosas hoy, son las que llevarán al crecimiento en el futuro: áreas como la I+D y la formación de capital humano (véase gráfico 1). Aun así, se dice que son países que gastan demasiado. Aunque a menudo se utiliza la «gobernanza» como razón para imponer reformas de mercado, en realidad la gobernanza debería consistir también en reunir la experiencia y crear la disposición para invertir en áreas de alto crecimiento y alto riesgo. Tal como sabe cualquier persona que haya trabajado en el sector privado, hay muchas empresas «burocráticas» e inerciales. No hay nada en el ADN del sector público que lo haga menos innovador que el sector privado. Pero, del mismo modo, fomentar la innovación y la creatividad en las instituciones del sector público requiere reflexionar sobre las dinámicas organizativas. Al negar la capacidad del sector privado para ser una fuerza innovadora desde dentro, la mayoría de los expertos en *gestión estratégica* y cambio organizativo se han centrado más en el sector privado, dejando al sector público solo la función de «crear las condiciones» para que la innovación ocurra en el sector privado «revolucionario». Como he planteado antes, esto ha creado una profecía autocumplida, en la que los jóvenes graduados más inteligentes opinan que es más interesante

trabajar en Goldman Sachs o en Google que en un banco de inversión del Estado o en un ministerio de innovación. La única forma de reequilibrar este problema es mejorar el estatus del Gobierno y las palabras e imágenes que utilizamos para describirlo, en vez de empeorarlos. Existen importantes implicaciones de la crisis de la eurozona. Las condiciones impuestas a los países más débiles, a través de la «contención fiscal», no deberían basarse en la reducción del tamaño del sector público, sino en incrementar los incentivos de los gobiernos para gastar en áreas como educación e I+D, y también en transformar el sector público desde dentro, para que sea más estratégico, meritocrático y dinámico. Aunque parezca difícil llevar a cabo esto, no es menos difícil que imponer la austeridad que está minando la estructura socioeconómica y la competitividad futura de los países más débiles.

La segunda conclusión: si se le pide al Estado que se implique en el mundo de la incertidumbre, con las inevitables ganancias y pérdidas (que también caracterizan al capital riesgo privado), entonces cuando llegan las ganancias (la parte alta), debería haber un beneficio para cubrir las pérdidas (la parte baja). Es decir, a pesar de que el gasto del Estado en educación básica y salud no debería esperar necesariamente un beneficio directo, más allá de los impuestos y la oferta de una mano de obra cualificada y saludable, las inversiones de alto riesgo del Estado deberían ser concebidas de forma diferente, y debería permitirse que obtuvieran un beneficio directo, precisamente a causa de la elevada tasa de fracaso. Las inversiones «ganadoras» exitosas del Estado deberían rentabilizarse para cubrir las pérdidas cuando estas aparezcan, así como para financiar las inversiones del futuro (que todavía hoy son imprevisibles). A pesar de que se ha identificado que la privatización de los beneficios y la socialización de las pérdidas en el sector privado es algo económicamente ineficiente y socialmente injusto (Alessandri y Haldane, 2009), esta misma asimetría que se produce en la economía real, tanto en el caso de las empresas de nuevas tecnologías como en el de empresas más maduras que necesitan inversión externa para volver a despegar, ha pasado inadvertida. Una relación riesgo-beneficio más clara no solo aumentará los

ingresos del Gobierno —en un momento en que los presupuestos públicos están sometidos a mucha presión—, también permitirá que los contribuyentes sean testigos de un beneficio más claro de sus inversiones y, por tanto, contribuirá a incrementar el apoyo político necesario para llevar a cabo inversiones que conduzcan a un crecimiento futuro de largo plazo.

Y la tercera conclusión: al centrarse en el papel que desempeña el Estado en el panorama abrupto de riesgo, actuando de forma activa y con valor, en lugar de limitarse a «reducir el riesgo» para el sector privado y corregir los «fallos del mercado», el análisis expuesto en este libro tiene el potencial de definir mejor las políticas enfocadas a otros actores del «ecosistema» de innovación. Esto es importante, ya que tal como he destacado en el apartado dedicado a los «mitos» del capítulo 2, una consecuencia de haber infravalorado el papel del Estado ha sido que se ha «exagerado» el de otros, desde las pymes hasta el capital riesgo y los accionistas. Por tanto, reconocer a los diferentes actores en el ecosistema —a lo largo del tiempo y del panorama abrupto de riesgo— hará más difícil que aquellos actores económicos cuyo protagonismo ha sido exagerado, gracias a lo cual han conseguido capturar el imaginario público, exijan subvenciones y subsidios. El apéndice contiene una lista de propuestas que podrían permitir que el Gobierno ahorrara (utilizando Reino Unido como ejemplo), gracias a un análisis más realista del «ecosistema» y con políticas basadas en lo que sabemos de los diferentes actores en lugar de basarse en los mitos que les están asociados.

Vivimos una época en la que se está reduciendo el papel del Estado. Se externalizan los servicios públicos, se recortan los presupuestos y muchas estrategias nacionales las dicta el miedo en lugar del valor. Gran parte de estos cambios se están llevando a cabo con la excusa de hacer a los mercados más competitivos y dinámicos. Este libro es un llamado a cambiar nuestra manera de discutir sobre el Estado, su intervención en la economía y las imágenes e ideas que utilizamos para describir su participación. Solo entonces podremos empezar a construir el tipo de sociedad en la que queremos vivir, y en la que queremos que vivan nuestros hijos, de una forma que deje de lado los falsos mitos sobre el Estado y

reconozca cómo puede, cuando tiene una misión y está organizado de forma dinámica, solucionar problemas tan difíciles como poner a un hombre en la Luna o luchar contra el cambio climático. Tan solo necesitamos valor para insistir —a través tanto de la visión como de los instrumentos políticos específicos— en la idea de que el crecimiento que resulta de estas inversiones debe ser no solo «inteligente», sino también «inclusivo».

APÉNDICE

Esta es una lista de recomendaciones políticas para la economía británica que apareció al principio de la versión de *El Estado emprendedor* de DEMOS de 2011.

- Reducir el gasto del Gobierno en transferencias directas a empresas pequeñas, tales como la de tipo reducido para pequeñas empresas o el tipo reducido en el impuesto sobre las herencias. Esto representaría un ahorro de costes.
- Si se amplía el programa Iniciativa para la Investigación en la Pequeña Empresa, [\[1\]](#) tal como ha afirmado el Gobierno, debería hacerse de tal forma que se centre en cómo conseguir que las pymes gasten más en nuevas tecnologías. Para ello es necesario incrementar el tamaño de la financiación de proyectos que administra (demasiado débil en la actualidad) y centrarse en empresas que demuestren que invertirán en innovación. Esto no tendría impacto alguno sobre los costes.
- Abandonar la iniciativa de crear una caja de patentes en Reino Unido (un sistema fiscal preferencial para los beneficios que provengan de patentes), que no incrementará la innovación y, según el Instituto de Estudios Fiscales, con el tiempo aumentará el coste para los contribuyentes. Esto representaría un ahorro de costes.
- Revisar las desgravaciones fiscales a la I+D, con el objetivo de garantizar que se controla lo que las empresas gastan realmente en innovación y, si esto no funciona, eliminar las desgravaciones fiscales a la I+D en general y liberar recursos

para encargar directamente el avance tecnológico en cuestión. Esto representaría un ahorro potencial de costes.

- Las zonas empresariales, que conceden ventajas regulatorias e impositivas a las empresas de ciertas áreas no son más que distracciones, ya que no generan ninguna innovación que no se hubiera producido en otras partes. Es mejor utilizar el dinero de otras formas. Esto representaría un ahorro de costes.
- Cuando las inversiones tienen éxito, una parte del beneficio obtenido gracias a un apoyo público significativo debería devolverse al Gobierno. Esto representaría un ahorro potencial de costes.
- Utilizar los recursos liberados para llevar a cabo una gran expansión del Comité de Estrategia Tecnológica,[\[2\]](#) estructurado en línea con el modelo de la DARPA de Estados Unidos, para generar innovación de forma directa (investigación, desarrollo y comercialización) a través de una red de agencias descentralizadas dirigidas por el Gobierno, en línea con las recomendaciones de la Confederación de Industrias Británicas (CBI, 2006). También se requiere una mayor transparencia en las decisiones de financiación y un control más claro de los resultados, para poder recortar aquellas áreas de poco rendimiento. Esto incrementaría el gasto.
- Adoptar un enfoque intervencionista más proactivo respecto a la innovación en tecnología verde, empleando las fortalezas específicas de Reino Unido. Esto incrementaría el gasto.
- Debería incrementarse a un mínimo de cinco años el tiempo que debe mantenerse cualquier inversión privada antes de ejecutar los beneficios a través de la venta para que pueda estar exenta de impuestos sobre ganancias del capital (actualmente son solo dos, y antes de 2002 eran diez). Esto evitaría el escenario de «toma el dinero y corre» que se produce en la tecnología verde, que ha caracterizado las inversiones en biotecnología, la mayor parte de las cuales todavía siguen «sin tener ningún producto». Esto representaría un ahorro de costes.
- El cortoplacismo es especialmente problemático en contextos en los que se requieren cambios tecnológicos radicales y es

también la razón de que el capital riesgo y otras formas de capital privado no estén asumiendo un papel de liderazgo en la tecnología verde. Teniendo en cuenta la falta de inversiones privadas, el Gobierno británico debería dar un paso adelante e incrementar su «presupuesto verde». El banco de inversión verde no es suficiente. Esto incrementaría el gasto.

BIBLIOGRAFÍA

- ABBATE, J., *Inventing the Internet*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press, 1999.
- ABRAMOVITZ, M., *Resource and Output Trends in the United States since 1870*, Nueva York, National Bureau of Economic Research, 1956.
- ACEMOGLU, D., «Technical Change, Inequality and the Labor Market», *Journal of Economic Literature* 40, 1, pp. 7-72, 2002. [Hay trad. cast.: «Mercado laboral, inequidad salarial y cambio tecnológico regional», en *Frontera Norte*, 23, 45, enero de 2011].
- ACUÑA, R., *América ocupada: los chicanos y su lucha de liberación*, México, D. F., Era, 1976.
- ADNER, R., *The Wide Lens: A New Strategy for Innovation*, Nueva York, Portfolio/Penguin, 2012.
- AGHION, P., R. VEUGELERS y C. SERRE, «Cold Start for the Green Innovation Machine», *Bruegel Policy Contribution*, 12, noviembre de 2009.
- ALESSANDRI, P. y A. HALDANE, «Banking on the State», Londres, Bank of England, noviembre de 2009.
- ALMUS, M. y E. A. NERLINGER, «Growth of New Technology-Based Firms: Which Factors Matter?», *Small Business Economics*, 13, 2, 1999, pp. 141-154.
- AMBLER, T. y K. BOYFIELD, «Reforming the Regulators», nota informativa del Adam Smith Institute, septiembre de 2010. Disponible en línea en: <http://www.adamsmith.org/files/reforming-the-regulators.pdf> (último acceso: 24 de enero de 2013).
- AMSDEN, A., *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization*, Oxford, Oxford University Press, 1989.
- ANDERSEN, R., «The "Silent Green Revolution" Underway at the Department of Energy», *Atlantic*, 9, septiembre de 2012. Disponible en línea en: <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2012/09/the-silent-green-revolution-underway-atthe-department-of-energy/261905/> (último acceso: 22 de enero de 2013).
- ANDERSON, E., «Spectra Watt Hopes to Soon Rise Again», *Times Union*, 27 de mayo de 2011. Disponible en línea en: <http://www.timesunion.com/business/article/SpectraWatthopes-to-soon-rise-again-1398102.php> (último acceso: 7 de julio de 2012).
- ANGELL, M., *The Truth about the Drug Companies*, Nueva York, Random House, 2004. [Hay trad. cast.: *La verdad acerca de la industria farmacéutica: cómo nos engaña y qué hacer al respecto*, Bogotá, Norma, 2006].
- APPLE, «Creating Jobs through Innovation», [Apple.com](http://www.apple.com/about/job-creation/), 2012. Disponible en línea en: <http://www.apple.com/about/job-creation/> (último acceso: 22 de enero de 2013).
- ARORA, A. y A. GAMBARDELLA, «The Changing Technology of Technological Change: General and Abstract Knowledge and the Division of Innovative Labour», *Research Policy*,

- 23, 5, 1994, pp. 523-532.
- ARPA-E (ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY-ENERGY), página web de ARPA-E. Disponible en línea en: <http://arpa-e.energy.gov/?q=about> (último acceso: 6 de junio de 2011).
- ARTHUR, W. B., *The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves*, Nueva York, Free Press, 2009. [Hay trad. cast.: *La naturaleza de la tecnología: Qué es y cómo evoluciona*, s. l., Códice, 2011].
- ATKINSON, A., T. PIKETTY y E. SAEZ, «Top Incomes in the Long Run of History», *Journal of Economic Literature*, 49, 1, 2011, pp. 3-71.
- AUDRETSCH, D. B., *Innovation and Industry Evolution*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press, 1995.
- , «The Economic Role of Small-and Medium-Sized Enterprises: The United States», ponencia presentada en el Seminario del Banco Mundial sobre Pequeña y Mediana Empresa, Chang Mai (Tailandia), agosto de 2000.
- , «Standing on the Shoulders of Midgets: The U.S. Small Business Innovation Research Program (SBIR)», *Small Business Economics*, 20, 2003, pp. 129-135.
- AUERSWALD, P. E. y L. M. BRANSCOMB, «Valleys of Death and Darwinian Seas: Financing the Invention of Innovation Transition in the United States», *Journal of Technology Transfer*, 28, 3-4, 2003, pp. 227-239.
- BAKER, D. R., «Funding for Clean-Tech Firms Plunges 33% in '09», [SfGate.com](http://www.sfgate.com), 2010. Disponible en línea en: http://articles.sfgate.com/2010-01-07/business/17470394_1_venture-funding-clean-tech-group-venture-capitalists (último acceso: 6 de junio de 2011).
- BAKEWELL, S., «Chinese Renewable Companies Slow to Tap \$47 Billion Credit», *Bloomberg Business Week*, 16 de noviembre de 2011. Disponible en línea en: <http://www.businessweek.com/news/2011-11-16/chinese-renewable-companies-slow-totap-47-billion-credit.html> (último acceso: 26 de enero de 2012).
- , «U.K. "Leading" Vestas Offshore Wind Market, Manager Says», *Bloomberg*, 10 de julio de 2012. Disponible en línea en: <http://www.bloomberg.com/news/2012-07-10/u-k-leading-vestas-offshore-wind-market-manager-says.html> (último acceso: 6 de marzo de 2013).
- BARCA, S., «Energy, Property, and the Industrial Revolution Narrative», *Ecological Economics*, 70, 2011, pp. 1309-1315.
- BATHON, M., «Solyndra Wins Court Approval of Bankruptcy Exit Plan», *Bloomberg*, 23 de octubre de 2012. Disponible en línea en: <http://www.bloomberg.com/news/2012-10-22/solyndra-wins-court-approval-of-bankruptcy-exit-plan.html> (último acceso: 28 de enero de 2013).
- BATTELLE, J., *The Search*, Nueva York, Penguin, 2005. [Hay trad. cast.: *Buscar: Cómo Google y sus rivales han revolucionado el mercado y transformado nuestra cultura*, Barcelona, Tendencias, 2006].
- BERNERS-LEE, T., «Information Management: A Proposal», CERN, 1989. Disponible en línea en: <http://info.cern.ch/Proposal.html> (último acceso: 22 de enero de 2013).
- BLOCK, F. L., «Swimming against the Current: The Rise of a Hidden Developmental State in the United States», *Politics and Society*, 36, 2, junio de 2008, pp. 169-206.
- , «Innovation and the Invisible Hand of Government», en BLOCK, F. L. y M. R. KELLER (eds.), *State of Innovation: The U.S. Government's Role in Technology Development*, Boulder (Colorado), Paradigm Publishers, 2011.

- BLOCK, F. L. y M. R. KELLER (eds.), *State of Innovation: The U. S. Government's Role in Technology Development*, Boulder (Colorado), Paradigm Publishers, 2011.
- , «Where Do Innovations Come From?», en BLOCK, F. L. y M. R. KELLER (eds.), *op. cit.*, pp. 154-173.
- , «Explaining the Transformation in the US Innovation System: The Impact of a Small Government Program», *Socio-Economic Review*, 30 de septiembre de 2012, pp. 1-28. Disponible en línea en: <http://ser.oxfordjournals.org/content/early/2012/09/30/ser.mws021.full.pdf+html> (último acceso: 13 de febrero de 2013).
- BLODGET, H., «Apple's Huge New Data Center in North Carolina Created only 50 Jobs», «Daily Ticker», Yahoo Finance, 28 de noviembre de 2011. Disponible en línea en: <http://finance.yahoo.com/blogs/daily-ticker/apple-huge-data-center-northcarolina-created-only-143852640.html> (último acceso: 22 de enero de 2013).
- BLOOM, N. y J. VAN REENEN, *Measuring and Explaining Management Practices across Firms and Countries*, Londres, Centre for Economic Performance, 2006.
- BOTTAZZI, G. et al., «Innovation and Corporate Growth in the Evolution of the Drug Industry», *International Journal of Industrial Organization*, 19, 7, 2001, pp. 1161-1187.
- , L. y M. DA RIN, «Venture Capital in Europe and the Financing of Innovative Companies», Centre for Economic Policy Research, *Economic Policy*, 34, 2002.
- BREAKTHROUGH INSTITUTE, *Where Good Technologies Come From: Case Studies in American Innovation*, Oakland (California), Breakthrough Institute, diciembre de 2010. Disponible en línea en: <http://thebreakthrough.org/blog/Case%20Studies%20in%20American%20Innovation%20report.pdf> (último acceso: 24 de enero de 2013).
- BRODD, R. J., «Factors Affecting U.S. Production Decisions: Why are there No Volume Lithium-Ion Battery Manufacturers in the United States?», ATP Working Paper Series. Documento de trabajo 05-01, preparado para el Economic Assessment Office Advanced Technology Program, National Institute of Standards and Technology (NIST), junio de 2005.
- BROUWER, E., A. KLEINKNECHT y J. O. N. REIJNEN, «Employment Growth and Innovation at the Firm Level: An Empirical Study», *Evolutionary Economics*, 3, 1993, pp. 153-159.
- BROWN, D. et al. (eds.), «History of Elo», Elo Touch Solutions, s. f. Disponible en línea en: <http://www.elotouch.com/AboutElo/History/default.asp> (último acceso: 22 de enero de 2013).
- BULLIS, K., «Venture Capitalists Back Away from Clean Energy», *Technology review.com*, 11 de agosto de 2011. Disponible en línea en: <http://www.technologyreview.com/news/424982/venture-capitalists-back-away-from-clean-energy/> (último acceso: 26 de enero de 2013). [Hay trad. cast.: «Los capitalistas de riesgo se alejan de la energía limpia», 12 de agosto de 2011. Disponible en línea en: http://www.technologyreview.es/read_article.aspx?id=38312 (último acceso: 1 de agosto de 2014)].
- BURLAMAQUI, L., «Knowledge Governance: An Analytical Perspective and its Policy Implications», en BURLAMAQUI, L., A. C. CASTRO y R. KATTEL (eds.), *Knowledge Governance: Reasserting the Public Interest*, Londres, Anthem Press, 2012, pp. 3-26.
- BUSH, V., *Science, the Endless Frontier: A Report to the President*, Washington, D. C., US Government Printing Office, 1945. [Hay trad. cast.: «Ciencia, la frontera sin fin. Un informe al presidente, julio de 1945», en *Redes. Revista de estudios sociales de la ciencia*, 14, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes, 1999, pp. 89-137. Disponible

- en línea en: <http://www.oei.es/ctsiima/VANNEVARBUSH.pdf> (último acceso: 21 de agosto de 2014)].
- BUXTON, B., «Multi-touch Systems That I Have Known and Loved», Microsoft Research, 2012. Disponible en línea en: <http://www.billbuxton.com/multitouchOverview.html> (último acceso: 3 de octubre de 2012).
- CBI (CONFEDERATION OF BRITISH INDUSTRY), «Innovation and Public Procurement: A New Approach to Stimulating Innovation», CBI Innovation Brief, 2006. Disponible en línea en: <http://nzrise.org.nz/assets/Uploads/innovation-brief-1006.pdf> (último acceso: 21 de agosto de 2014).
- CBO (CONGRESSIONAL BUDGET OFFICE), *Research and Development in the Pharmaceutical Industry*, Washington, D. C., Congressional Budget Office, Congress of the United States, 2006. Disponible en línea en: <http://www.cbo.gov/ftpdocs/76xx/doc7615/10-02-DrugR-D.pdf> (último acceso: 24 de enero de 2013).
- CE (COMISIÓN EUROPEA), *Europe 2020: A Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth*, comunicado de la Comisión Europea, Bruselas (Bélgica), marzo de 2010. Disponible en línea en: ec.europa.eu/economy_finance/structural_reforms/europe_2020/index_en.htm (último acceso: 24 de enero de 2013). [Hay trad. cast.: *Europa 2020: una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador*. Disponible en línea en: http://ec.europa.eu/commission_2010-2014/president/news/documents/pdf/20100303_1_es.pdf (último acceso: 21 de agosto de 2014)].
- , *The EU Climate and Energy Package*, 2012. Disponible en línea en: http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm (último acceso: 24 de enero de 2013).
- CEP (CENTRE FOR ECONOMIC PERFORMANCE), «Inherited Family Firms and Management Practices: The Case for Modernising the UK's Inheritance Tax», 2006. Disponible en línea en: www.pa_inherited_family_firms.pdf (último acceso: 7 de junio de 2011).
- CERN (ORGANIZACIÓN EUROPEA PARA LA INVESTIGACIÓN NUCLEAR), «Another of CERN's Many Inventions!», *CERN Bulletin*, 16 de marzo de 2010. Disponible en línea en: <http://cds.cern.ch/record/1248908> (último acceso: 22 de enero de 2013).
- CHANG, H.-J., «The Political Economy of Industrial Policy in Korea», *Cambridge Journal of Economics*, 17, 2, 1993, pp. 131-157.
- , *Kicking away the Ladder: The Myth of Free Trade and the Secret History of Capitalism*, Nueva York, Bloomsbury, 2008. [Hay trad. cast.: *Retirar la escalera: La estrategia del desarrollo en perspectiva histórica*, Madrid, Los Libros de la Escalera/Instituto Universitario de Desarrollo y Cooperación, 2004].
- , y P. EVANS, «The Role of Institutions in Economic Change», ponencia preparada para «The Other Canon Meetings», Venecia (Italia), 13-14 de enero de 2000 y Oslo (Noruega), 15-16 de agosto de 2000.
- CHAZAN, G., «Fossil Fuel Dominance Still Frames R&D Debate», *Financial Times*, 28 de enero de 2013. Disponible en línea en: <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/294650fe-63bd-11e2-84d8-00144feab49a.html#axzz2PGTDXaje> (último acceso: 1 de abril de 2013).
- CHESBROUGH, H., *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Boston, Harvard Business School Press, 2003. [Hay trad. cast.: *Innovación abierta: Nuevos imperativos para la creación y el aprovechamiento de la tecnología*, Barcelona, Plataforma, 2009].

- CHINA BRIEFING, «An Overview of China's Renewable Energy Market», 16 de junio de 2011. Disponible en línea en: <http://www.china-briefing.com/news/2011/06/16/an-overview-of-chinas-renewable-energy-market.html> (último acceso: 12 de septiembre de 2013).
- CHONG, F. y D. D. MCNICOLL, «Day in Sun for New Billionaire», *Weekend Australian*, 11 de marzo de 2006.
- CHOUDHURY, N., «China PV Installations to Experience Surge in 4Q 2012», *Pv-tech. org*, 10 de octubre de 2012. Disponible en línea en: http://www.pv-tech.org/news/china_pv_installations_experienced_surge_in_2q_2012 (último acceso: 25 de enero de 2013).
- CHRISTENSEN, C. M., *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Boston, Harvard Business Press, 1997.
- CHU, K., «Solar-Cell Maker Files for Bankruptcy», *Inside Energy*, 22 de agosto de 2011.
- , «Solar Firm Says Defective Materials, Chinese Competition Spurred Bankruptcy», *Inside Energy With Federal Lands*, 29 de agosto de 2011.
- CITIZENS FOR TAX JUSTICE, «Press Release: General Electric's Ten Year Tax Rate Only Two Percent», [ctj.org](http://www.ctj.org), 27 de febrero de 2012. Disponible en línea en: http://www.ctj.org/taxjusticedigest/archive/2012/02/press_release_general_electric.php#.UVm3D1fEWyE (último acceso: 1 de abril de 2013).
- CLIMATE WORKS, «China's New Five-Year Plan Aims to Meet Ambitious Climate and Energy Targets», 13 de octubre de 2011. Disponible en línea en: <http://www.climateworks.org/news/item/chinas-new-five-year-plan> (último acceso: 1 de diciembre de 2012).
- COAD, A. y R. RAO, «Innovation and Firm Growth in High-Tech Sectors: A Quantile Regression Approach», *Research Policy*, 37, 4, 2008, pp. 633-648.
- COMMITTEE ON CLIMATE CHANGE (COMISIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO DEL REINO UNIDO), «Building a Low-Carbon Economy –the UK's Innovation Challenge», 2010. Disponible en línea en: <http://www.theccc.org.uk/publication/building-a-low-carbon-economy-the-uks-innovation-challenge/> (último acceso: 1 de noviembre de 2012).
- CORIAT, B., F. ORSI y O. WEINSTEIN, «Does Biotech Reflect a New Science-Based Innovation Regime?», *Industry and Innovation*, 10, 3, septiembre de 2003, pp. 231-253.
- COWIE, J., *Capital Moves: RCA's 70-Year Quest for Cheap Labor*, Nueva York, Cornell University Press, 1999.
- CROUCH, B., «\$6bn Empire of the Sun», *Sunday Mail*, 3 de febrero de 2008.
- CULLEN, S. E., «Alternative Energy Powers Up», *Thompson Reuters*, 2009. Disponible en línea en: http://lib.sioc.ac.cn/tsg_admin/upload/myupload_4514.pdf (último acceso: 6 de junio de 2011).
- DAVID, P. A., «Understanding the Emergence of Open Science Institutions: Functionalist Economics in Historical Context», *Industrial and Corporate Change*, 13, 4, 2004, pp. 571-589.
- DAVIES, A., «Integrated Solutions: The Changing Business of Systems Integration», en PRENCIPE, A., A. DAVIES y M. HOBDAV (eds.), *The Business of Systems Integration*, Oxford, Oxford University Press, 2003.
- y T. BRADY, «Policies for a Complex Product System», *Futures*, 30, 4, 1998, pp. 293-304.
- DECC (DEPARTMENT OF ENERGY AND CLIMATE CHANGE), *The UK Low Carbon Transition Plan: National Strategy for Climate and Energy*, Londres, Department of Energy and Climate Change, 15 de julio de 2009. Disponible en línea en: <http://centralcontent.fco.gov.uk/central-content/campaigns/act-on->

- [copenhagen/resources/en/pdf/DECC-Low-Carbon-Transition-Plan](#) (último acceso: 6 de junio de 2011).
- DEMIREL, P. y M. MAZZUCATO, «Innovation and Firm Growth: Is R&D Worth It?», *Industry and Innovation*, 19, 1, 2012, pp. 45-62.
- DEVLIN, K., «The Math behind MP3», *The Guardian*, 3 de abril de 2002. Disponible en línea en: <http://www.guardian.co.uk/technology/2002/apr/04/internetnews.maths/print> (último acceso: 10 de octubre de 2012).
- DIUS (DEPARTMENT OF INNOVATION, UNIVERSITIES AND SKILLS), *Innovation Nation*, marzo de 2008; Cm 7345; Londres, DIUS, 2008.
- DOD (DEPARTAMENTO DE DEFENSA DE ESTADOS UNIDOS), *Selected Acquisition Report (SAR): RCS: DD-A&T(Q&A)823-166: NAVSTAR GPS: Defense Acquisition Management Information Retrieval (DAMIR)*, Los Ángeles, 31 de diciembre de 2011.
- DOE (DEPARTAMENTO DE ENERGÍA DE ESTADOS UNIDOS), «DOE-Supported Researcher Is Co-winner of 2007 Nobel Prize in Physics», 10 de septiembre de 2007. Disponible en línea en: <http://science.energy.gov/news/in-the-news/2007/10-09-07/?p=1> (último acceso: 21 de enero de 2013).
- , «DOE Awards \$377 Million in Funding for 46 Energy Frontier Research Centers», 6 de agosto de 2009. Disponible en línea en: <http://energy.gov/articles/doe-awards-377-million-funding-46-energy-frontier-research-centers> (último acceso: 6 de junio de 2011).
- DOMAR, E. D., «Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment», *Econometrica*, 14, 2, abril de 1946, pp. 137-147.
- DONAHUE, J., «Walmart to Install Solar on 27 Massachusetts Stores by 2014», [Cleanenergycouncil.org](#), 15 de mayo de 2012. Disponible en línea en: <http://www.cleanenergycouncil.org/blog/2012/05/15/walmart-to-install-solar-on-27-massachusetts-stores-by-2014/> (último acceso: 25 de julio de 2012).
- DOSI, G., P. LLERENA y M. S. LABINI, «The Relationships between Science, Technologies and Their Industrial Exploitation: An Illustration through the Myths and Realities of the So-Called "European Paradox"», *Research Policy*, 35, 10, 2006, pp. 1450-1464. [Hay trad. cast.: «La relación ciencia-tecnología-industria y la "paradoja europea": Apuntes sobre la dinámica de la investigación científica y tecnológica en Europa», en CAÑIBANO, C., M.^a I. ENCINAR DEL POZO y F. F. MUÑOZ (eds.), *Economía del conocimiento y la innovación: Nuevas aproximaciones a una realidad compleja*, Madrid, Pirámide, 2008, pp. 231-268].
- DOSI, G. et al., «Industrial Structures and Dynamics: Evidence, Interpretation and Puzzles», *Industrial and Corporate Change*, 6, 1, 1997, pp. 3-24.
- DOUGLAS, A. I. y P. J. KLENOW, «Sematech: Purpose and Performance», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93, 23, 1996, pp. 12739-12742.
- DOWLING, S. (ed.), «Apple announces plans to initiate dividend and share repurchase program», [Apple.com](#), 19 de marzo de 2012. Disponible en línea en: <http://www.apple.com/pr/library/2012/03/19Apple-Announces-Plans-to-Initiate-Dividend-and-Share-Repurchase-Program.html> (último acceso: 22 de enero de 2013).
- DRUCKER, P., *Technology, Management and Society*, Oxford, Butterworth-Heinemann, 1970.
- , «Google 2.4% Rate Shows How \$60 Billion Lost to Tax Loopholes», *Bloomberg*, 21 de octubre de 2010. Disponible en línea en: <http://www.bloomberg.com/news/2010-10-21/google-2-4-rate-shows-how-60-billion-u-s-revenue-lost-to-tax-loopholes.html> (último acceso: 19 de julio de 2012).
- DUHIGG, C. y K. BRADSHAW, «How the U.S. Lost Out on iPhone Work», *The New York Times*, «The iEconomy Series», 28 de abril de 2012. Disponible en línea en:

- http://www.nytimes.com/2012/01/22/business/apple-america-and-a-squeezedmiddle-class.html?_r=1&gwh=CDD8CD36DC4DEF040F857DEB57FA4348 (último acceso: 2 de enero de 2012).
- DUHIGG, C. y D. KOCIENIEWSKI, «How Apple Sidesteps Billions in Taxes», *The New York Times*, «The iEconomy Series», 28 de abril de 2012. Disponible en línea en: <http://www.nytimes.com/2012/04/29/business/apples-tax-strategy-aims-at-low-taxstates-and-nations.html> (último acceso: 1 de julio de 2012).
- EBELING, A., «Get Uncle Sam to Help You Buy an iPad in 2011», *Forbes*, «Taxes», 16 de agosto de 2011. Disponible en línea en: <http://www.forbes.com/sites/ashleaebeling/2011/08/16/get-uncle-sam-to-help-you-buy-an-ipad-in-2011/> (último acceso: 3 de septiembre de 2012).
- ENERGY AND CLIMATE CHANGE SELECT COMMITTEE, *Energy and Climate Change -Third Report: The Revised Draft National Policy Statements on Energy*, Londres, Cámara de los Comunes, 18 de enero de 2011. Disponible en línea en: <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201011/cmselect/cmenergy/648/64802.htm> (último acceso: 2 de mayo de 2011).
- EPA (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY), «Methane emissions», Washington, D. C., US Environmental Protection Agency, 1 de abril de 2011. Disponible en línea en: <http://www.epa.gov/methane/> (último acceso: 8 de octubre de 2012).
- EPIA (EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION), *Global Market Outlook for Photovoltaics until 2016*. Bruselas (Bélgica), European Photovoltaic Industry Association, mayo de 2012.
- ERNST & YOUNG, «Cleantech Matters: Seizing Transformational Opportunities», *Global Cleantech and Trends Report 2011*, [Ey.com](http://www.ey.com), 2011. Disponible en línea en: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Cleantech-matters_FW0009/\\$FILE/Cleantech-matters_FW0009.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Cleantech-matters_FW0009/$FILE/Cleantech-matters_FW0009.pdf) (último acceso: 29 de enero de 2013).
- EVANS, P., *Embedded Autonomy: States and Industrial Transformation*, Princeton (Nueva Jersey), Princeton University Press, 1995.
- EVANS, P. y J. RAUCH, «Bureaucracy and Growth: A Cross-National Analysis of the Effects of "Weberian" State Structures on Economic Growth», *American Sociological Review*, 64, 5, 1999, pp. 748-765.
- FDA (FOOD AND DRUG ASSOCIATION), búsqueda de «Orphan Drug Designations and Approvals», US Department of Health and Human Sciences, s. f. Disponible en línea en: <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/opdlisting/oopd/index.cfm> (último acceso: 9 de enero de 2013; resultados de búsqueda obtenidos en junio de 2011).
- FIEGERMAN, S., «Here's Why Apple Is Suddenly Laying-Off Employees from Its Retail Store», *Business Insider*, 16 de agosto de 2012. Disponible en línea en: <http://www.businessinsider.com/heres-why-apple-is-suddenly-laying-off-employees-fromits-retail-stores-2012-8> (último acceso: 22 de enero de 2013).
- FIRST SOLAR, «First Solar Sets World Record for Cd Te Solar PV Efficiency», *First Solar*, 26 de julio de 2011. Disponible en línea en: <http://investor.firstsolar.com/releasedetail.cfm?releaseid=593994> (último acceso: 23 de julio de 2012).
- FLANNERY, R., «Sun King: Photovoltaics Vendor Zhengrong Shi Is Worth Only \$2.2 Billion. If He Could Just Make Solar Power Cost-Effective, He Could Be Really Rich», *Forbes Asia* 2, 5, 27 de marzo de 2006.
- FLORIDA, R. y D. BROWDY, «The Invention That Got Away», *Technology Review*, 94, 6, agosto-septiembre de 1991, pp. 42-54.

- FLYNN, L., «Apple Holds School Market, Despite Decline», *The New York Times*, «Technology», 11 de septiembre de 1995. Disponible en línea en: <http://www.nytimes.com/1995/09/11/business/apple-holds-school-market-despite-decline.html?pagewanted=print&src=pm> (último acceso: 19 de julio de 2012).
- FORAY, D., D. C. MOWERY y R. R. NELSON, «Public R&D and Social Challenges: What Lessons from Mission R&D Programs?», *Research Policy*, 41, 10, diciembre de 2012, pp. 1697-1702.
- FORERO-PINEDA, C., «The Impact of Stronger Intellectual Property Rights Technology in Developing Countries», *Research Policy*, 35, 6, 2006, pp. 808-824.
- FRANKFURT SCHOOL OF FINANCE AND MANAGEMENT, «Global Trends in Renewable Energy Investment 2012», 2012. Disponible en línea en: <http://fs-unep-centre.org/publications/global-trends-renewable-energy-investment-2012> (último acceso: 13 de septiembre de 2012).
- FREEL, M. S. y P. J. A. ROBSON, «Small Firm Innovation, Growth and Performance: Evidence from Scotland and Northern England», *International Small Business Journal*, 22, 6, 2004, pp. 561-575.
- FREEMAN, C., «The "National System of Innovation" in Historical Perspective», *Cambridge Journal of Economics*, 19, 1, 1995, pp. 5-24.
- FRIED, L., S. SHUKLA y S. SAWYER (eds.), *Global Wind Report: Annual Market Update 2011*, Global Wind Energy Council, marzo de 2012. Disponible en línea en: http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Annual_report_2011_lowres.pdf (último acceso: 24 de enero de 2013).
- FRIEDMAN, B. M., «Crowding Out or Crowding In? The Economic Consequences of Financing Government Deficits», NBER, documento de trabajo 284, 1979.
- FUCHS, E. R. H., «Cloning DARPA Successfully: Those Attempting to Copy the Agency's Success in Advancing Technology Development First Better Be Sure They Know How DARPA Actually Works», *Issues in Science and Technology*, 26, 9, 2009, pp. 65-70.
- , «Rethinking the Role of the State in Technology Development: DARPA and the Case for Embedded Network Governance», *Research Policy*, 39, 2010, pp. 1133-1147.
- GAMBARDELLA, A., *Science and Innovation: The US Pharmaceutical Industry during the 1980s*, Cambridge, Cambridge University Press, 1995.
- GEROSKI, P. A. y S. MACHIN, «Do Innovating Firms Out perform Non innovators?», *Business Strategy Review*, 3, 2, 1992, pp. 79-90.
- GEROSKI, P. A. y M. MAZZUCATO, «Learning and the Sources of Corporate Growth», *Industrial and Corporate Change*, 11, 4, 2002a, pp. 623-644.
- , «Myopic selection», *Metroeconomica*, 53, 2, 2002, pp. 181-199.
- GEROSKI, P. A. y S. TOKER, «The Turnover of Market Leaders in UK Manufacturing Industry, 1979-86», *International Journal of Industrial Organization*, 14, 2, 1996, pp. 141-158.
- GHOSH, S. y R. NANDA, «Venture Capital Investment in the Cleantech Sector», documento de trabajo 11-020, Harvard Business School, 2010.
- GELLER, D. y D. GOLDFINE (eds.), *Something Ventured, Something Gained*, Miralan Productions, 2012 (DVD).
- GIPE, P., *Wind Energy Comes of Age*, Nueva York, John Wiley & Sons, 1995.
- GLADER, P., «GE Chief Slams US on Energy», *Wall Street Journal*, 24 de septiembre de 2010. Disponible en línea en: <http://online.wsj.com/article/SB10001424052748703384204575509760331620520.html> (último acceso: 20 de diciembre de 2010).

- GRIFFITH, R., H. MILLER y M. O'CONNELL, «The UK Will Introduce a Patent Box, but to Whose Benefit?», Institute for Fiscal Studies, documento de trabajo 5362, 2010.
- GRILICHES, Z., B. H. HALL y A. PAKES, «R&D, Patents and Market Value Revisited: Is there a Second (Technological Opportunity) Factor?», *Economics, Innovation and New Technology*, 1, 3, 1991, pp. 183-201.
- GROSSMAN, G. y E. HELPMAN, *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press, 1991.
- GRINDLEY, P. y D. TEECE, «Managing Intellectual Capital: Licensing and Cross-Licensing in Semiconductors and Electronics», *California Management Review*, 39, 2, 1997, pp. 8-41.
- GRUNWALD, M., *The New New Deal: The Hidden Story of Change in the Obama Era*, Nueva York, Simon & Schuster, 2012.
- HALL, N., «Spending Review 2010: CaSE's Select Committee Response», Campaign for Science and Engineering, 13 mayo de 2011. Disponible en línea en: <http://sciencecampaign.org.uk/?p=5260> (último acceso: 13 de junio de 2011).
- HALTIWANGER, J., R. JARMIN y J. MIRANDA, «Who Creates Jobs? Small vs. Large vs. Young», NBER, documento de trabajo 16300, 2010.
- HARCOURT, G. C., *Some Cambridge Controversies in the Theory of Capital*, Cambridge, Cambridge University Press, 1972. [Hay trad. cast.: *Teoría del capital: una controversia entre los dos Cambridge*, Vilassar de Mar (Barcelona), Oikos-Tau, 1975].
- HARROD, R. F., «An Essay in Dynamic Theory», *Economic Journal*, 49, 193, marzo de 1939, pp. 14-33.
- HART, J. y M. BORRUS, «Display's the Thing: The Real Stakes in the Conflict over High Resolution Displays», Berkeley Roundtable on the International Economy (BRIE), documento de trabajo 52, 1992. Disponible en línea en: <http://brie.berkeley.edu/publications/WP%2052.pdf> (último acceso: 24 de enero de 2013).
- HASLAM, K., «Tim Cook's Disastrous First Appointment as CEO», *Macworld*, 30 de octubre de 2012. Disponible en línea en: <http://www.macworld.co.uk/apple-business/news/?newsid=3407940&pagtype=allchandise> (último acceso: 22 de enero de 2013).
- HENDERSON, J., «UT Professor, 81, Is Mired in Patent Lawsuit», *Houston Chronicle*, 5 de junio de 2004. Disponible en línea en: <http://www.chron.com/default/article/UT-professor-81-is-mired-in-patent-lawsuit-1662323.php> (último acceso: 11 de febrero de 2013).
- HENDERSON, N. y M. SCHRAGE, «The Roots of Biotechnology: Government R&D Spawns a New Industry», *The Washington Post*, 16 de diciembre de 1984.
- HEYMANN, M., «Signs of Hubris: The Shaping of Wind Technology Styles in Germany, Denmark, and the United States, 1940-1990», *Technology and Culture*, 39, 4, octubre de 1998, pp. 641-670.
- HILTON, A., «To Be More Like Americans, Europe Should Do What They Do, Not What They Say They Do», *The Independent*, 25 de febrero de 2012. Disponible en línea en: <http://www.independent.co.uk/news/business/comment/anthony-hilto-to-be-more-like-americans-europe-should-do-what-they-do-not-what-they-say-they-do-7440626.html> (último acceso: 19 de junio de 2012).
- HMRC (HER MAJESTY'S REVENUE AND CUSTOMS), «An Evaluation of Research and Development Tax Credits», 2011. Disponible en línea en: <http://www.hmrc.gov.uk/research/report107.pdf> (último acceso: 13 de junio de 2011).
- HOBDAY, M., «Product Complexity, Innovation and Industrial Organization», *Research Policy*, 26, 1998, pp. 689-710.

- HOPKINS, M., «The Making of a Champion, or, Wind Innovation for Sale: The Wind Industry in the United States 1980-2011», Airnet, documento de trabajo, 2012. Disponible en línea en: http://www.theairnet.org/files/research/Hopkins/Hopkins_Wind_20120421.pdf (último acceso: 28 de enero de 2013).
- y W. LAZONICK, «There Went the Sun: Renewable Energy Needs Patient Capital», *Huffington Post*, 23 de septiembre de 2011. Disponible en línea en: http://www.huffingtonpost.com/william-lazonick/there-went-the-sun-renewa_b_978572.html (último acceso: 12 de julio de 2013).
- , «Soaking Up the Sun and Blowing in the Wind: Renewable Energy Needs Patient Capital», Airnet, documento de trabajo, 2012. Disponible en línea en: http://www.theairnet.org/files/research/Hopkins/CleanTech_PatientCapital_20121129a.pdf (último acceso: 1 de diciembre de 2012).
- HOURIHAN, M. y M. STEPP, «A Model for Innovation: ARPA-E Merits Full Funding», The Information Technology and Innovation Foundation, julio de 2011. Disponible en línea en: <http://www.itif.org/files/2011-arpa-e-brief.pdf> (último acceso: 24 de enero de 2013).
- HSIEH, C. y P. J. KLENOW, «Misal location and Manufacturing TFP in China and India», *Quarterly Journal of Economics*, 124, 4, 2011, pp. 1403-1446.
- HUGHES, A., «Entrepreneurship and Innovation Policy: Retrospect and Prospect», *Political Quarterly*, 79, suplemento s1, septiembre de 2008, págs. 133-152.
- y A. MINA, «The UK R&D Landscape», UK-IRC, 2011. Disponible en línea en: <http://ukirc.ac.uk/knowledgeexchange/reports/article/?objid=6403> (último acceso: 28 de enero de 2013).
- IBELE, M., «An Overview of California's Research and Development Tax Credit», Legislative Analyst's Office, noviembre de 2003. Disponible en línea en: http://www.lao.ca.gov/2003/randd_credit/113003_research_development.html (último acceso: 22 de enero de 2013).
- IRWIN, D. A. y P. J. KLENOW, «Sematech: Purpose and Performance», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93, 23, 1996, pp. 12739-12742.
- ISAACSON, W., *Steve Jobs*, Nueva York, Simon & Schuster, 2011. [Hay trad. cast.: *Steve Jobs: La biografía*, Barcelona, Debate, 2011].
- JANEWAY, W. H., *Doing Capitalism in the Innovation Economy: Markets, Speculation and the State*, Cambridge, Cambridge University Press, 2012.
- JENSEN, M., «Agency Costs of Free Cash Flow, Corporate Finance, and Take overs», *American Economic Review*, 76, 2, 1986, pp. 323-329.
- JOBS, S., W. MOSSBERG y K. SWISHER, «D8: Steve Jobs Onstage: Full-Length Video», All things D, 7 de junio de 2010. Disponible en línea en: http://allthingsd.com/video/?video_id=70f7cc1d-ffbf-4be0-bff1-08c300e31e11 (último acceso: 22 de enero de 2013).
- JOHANSSON, B., «Award Ceremony Speech», [Nobelprize.org](http://www.nobelprize.org), 28 de enero de 2007. Disponible en línea en: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2007/presentation-speech.html (último acceso: 24 de enero de 2013).
- JOHNSON, C., *MITI and the Japanese Miracle: The Growth of Industrial Policy 1925-1975*, Stanford (California), Stanford University Press, 1982.
- JUDT, T., *Ill Fares the Land*, Nueva York, Penguin Press, 2010. [Hay trad. cast.: *Algo va mal*, Madrid, Taurus, 2011].
- KAMP, L., «Learning in Wind Turbine Development: A Comparison between the Netherlands and Denmark», tesis doctoral, Universidad de Utrecht (Holanda), 2002. Disponible en

- línea en: <http://igitur-archive.library.uu.nl/dissertations/2002-1128-170921/inhoud.htm> (último acceso: 28 de enero de 2013).
- KELLY, H., «How Schools Are Reacting to Apple's Entry into Education», *Venture Beat*, 21 de enero de 2012. Disponible en línea en: <http://venturebeat.com/2012/01/21/apple-textbook-public-private-schools/> (último acceso: 19 de julio de 2012).
- KENNEY, M., «The Growth and Development of the Internet in the United States», en KOGUT, B. (ed.), *The Global Internet Economy*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press, 2003, pp. 69-108.
- KEYNES, J. M., *The End of Laissez-Faire*, Londres, L & V Woolf, 1926. [Hay trad. cast.: «El final del *laissez-faire*», en *Ensayos de persuasión*, Barcelona, Crítica, 1988].
- , *The General Theory of Employment, Interest and Money*, Nueva York, Harcourt, Brace & Company, 1934. [Hay trad. cast.: *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*, México, Fondo de Cultura Económica, 1943].
- , «The General Theory of Employment», *Quarterly Journal of Economics*, 51, 2, febrero de 1937, pp. 209-223. [Hay trad. cast.: «La teoría general del empleo», en *Breve tratado sobre la reforma monetaria. Escritos (1910-1944)*, Madrid, Fundación ICO/Síntesis, 2009, pp. 407-420].
- , «Private Letter to Franklin Delano Roosevelt», 1 de febrero de 1938. En MOGGRIDGE, D. E. (ed.), *Maynard Keynes: An Economist's Biography*, Londres, Routledge, 1992. [Hay trad. cast.: «Carta abierta al presidente Roosevelt», en *Breve tratado sobre la reforma monetaria. Escritos (1910-1944)*, op. cit., pp. 397-406].
- KHO, J., «Clean Tech's Repeat Lesson: Venture Capital Isn't for Factories», [Forbes.com](http://www.forbes.com), 30 de septiembre de 2011. Disponible en línea en: <http://www.forbes.com/sites/jenniferkho/2011/09/30/repeat-lesson-for-vcs-venture-isnt-for-factories/> (último acceso: 24 de enero de 2013).
- KLOOSTER, J. W., *Icons of Invention: The Makers of the Modern World from Gutenberg to Gates*, Santa Bárbara (California), Greenwood Press, 2009.
- KNIGHT, F., *Risk, Uncertainty and Profit*, Nueva York, Augustus M. Kelley, 1921. [Hay trad. cast.: *Riesgo, incertidumbre y beneficio*, Madrid, Aguilar, 1947].
- KOCIENIEWSKI, D., «G.E.'s Strategies Let It Avoid Taxes Altogether», *The New York Times*, 24 de marzo de 2011. Disponible en línea en: http://www.nytimes.com/2011/03/25/business/economy/25tax.html?_r=1&scp=1&sq=g.e.&st=cse (último acceso: 25 de julio de 2012).
- KOROSEK, K., «Cleantech Saviour: US Military to Spend \$10B Annually by 2030», [Smartplanet.com](http://www.smartplanet.com), 13 de octubre de 2011. Disponible en línea en: <http://www.smartplanet.com/blog/intelligent-energy/cleantech-savior-us-military-tospend-10b-annually-by-2030/9593> (último acceso: 28 de enero de 2013).
- KRAEMER, K. L., G. LINDEN y J. DEDRICK, «Capturing Value in Global Networks: Apple's iPad and iPhone», Personal Computer Industry Center, University of California-Irvine, 2011. Disponible en línea en: <http://pcic.merage.uci.edu/papers/2007/CapturingValue.pdf> (último acceso: 19 de junio de 2012).
- LAMONICA, M., «Should the Government Support Applied Research?», *MIT Technology Review*, 10 de septiembre de 2012. Disponible en línea en: <http://www.technologyreview.com/news/428985/should-the-government-support-applied-research/> (último acceso: 19 de junio de 2012).
- LANDBERG, R., «China to Make Regional Adjustments for Solar Power Incentives», *Bloomberg*, 19 de diciembre de 2012. Disponible en línea en:

- <http://www.bloomberg.com/news/2012-12-19/china-to-make-regional-adjustments-for-solar-powerincentives.html> (último acceso: 24 de enero de 2013).
- LAUBER, V. y L. MEZ, «Renewable Electricity Policy in Germany, 1974 to 2005», *Bulletin of Science, Technology & Society*, 26, 2, abril de 2006, pp. 105-120.
- LAZONICK, W., «The US Stock Market and the Governance of Innovative Enterprise», *Industrial and Corporate Change*, 16, 6, 2007, pp. 983-1035.
- , «Entrepreneurial Ventures and the Developmental State: Lessons from the Advanced Economies», UNU-WIDER. Documento de trabajo 1, enero de 2008.
- , *Sustainable Prosperity in The New Economy? Business Organization and High-Tech Employment in the United States*, Kalamazoo (Míchigan), W.E. Upjohn Institute for Employment Research, 2009.
- , 2011a, «Apple's Jobs: A Rebirth of Innovation in the US Economy?», *Next New Deal: The Blog of The Roosevelt Institute*, [Nextnewdeal.net](http://www.nextnewdeal.net), 4 de agosto de 2011. Disponible en línea en: <http://www.nextnewdeal.net/apples-jobs-rebirth-innovation-useconomy> (último acceso: 12 de julio de 2012).
- , 2011b, «How Greedy Corporations Are Destroying America's Status as "Innovation Nation"», *Next New Deal: The Blog of The Roosevelt Institute*, [Nextnewdeal.net](http://www.nextnewdeal.net), 28 de julio de 2011. Disponible en línea en: <http://www.nextnewdeal.net/how-greedy-corporations-are-destroying-americas-status-innovation-nation> (último acceso: 7 de marzo de 2013).
- , 2011c, «The Innovative Enterprise and the Developmental State», Academic-Industry Research Network, abril de 2011. Disponible en línea en: <http://www.theairnet.org/files/research/lazonick/Lazonick%20Innovative%20Enterprise%20and%20Developmental%20State%2020110403.pdf> (último acceso: 7 de marzo de 2012).
- , «The Innovative Enterprise and the Developmental State: Towardan Economics of "Organizational Success"», ponencia presentada en la conferencia anual del Institute for New Economic Thinking, Breton Woods (Nueva Hampshire), 10 de abril de 2012 (revisada en noviembre de 2012). Disponible en línea en: http://fiid.org/?page_id=1660 (último acceso: 22 de enero de 2013).
- , «Strategies for Promoting US Competitive ness in World Markets», en PAYSON, S. (ed.), *Public Economics: The Government's Role in American Economics*, Praeger/ABC-CLIO, 2013.
- y M. MAZZUCATO, «The Risk-Reward Nexus in the Innovation-Inequality Relationship: Who Takes the Risks? Who Gets the Rewards?», *Industrial and Corporate Change*, 22, 4, 2013.
- y O. TULUM, «US Biopharmaceutical Finance and the Sustainability of the Biotech Business Model», *Research Policy*, 40, 9, noviembre de 2011, pp. 1170-1187.
- LEE, A., «Ralph Nader to Apple CEO Using Texas' Tax Dollars: "Stand on Your Own Two \$100 billion Feet"», *Alter Net*, 6 de abril de 2012. Disponible en línea en: [http://www.alternet.org/newsandviews/article/877674/ralph_nader_to_apple_ceo_using_texas_tax_dollars%3A_'stand_on_your_own_two_\\$100_billion_feet/'](http://www.alternet.org/newsandviews/article/877674/ralph_nader_to_apple_ceo_using_texas_tax_dollars%3A_'stand_on_your_own_two_$100_billion_feet/') (último acceso: 22 de enero de 2013).
- LENT A. y M. LOCKWOOD, «Creative Destruction: Placing Innovation at the Heart of Progressive Economics», IPPR, documento de debate, diciembre de 2010.
- LERNER, J., «The Government as Venture Capitalist: The Long Run Impact of the SBIR Program», *Journal of Business*, 72, 3, 1999, pp. 285-318.

- LESLIE, S. W., «The Biggest "Angel" of Them All: The Military and the Making of Silicon Valley», en KENNEY, M. (ed.), *Understanding Silicon Valley: The Anatomy of an Entrepreneurial Region*, Stanford, Stanford University Press, 2000, pp. 44-67.
- LEVINE, S., «Can the Military Find the Answer to Alternative Energy?», [Businessweek.com](http://www.businessweek.com), 23 de julio de 2009. Disponible en línea en: http://www.businessweek.com/magazine/content/09_31/b4141032537895.htm (último acceso: 28 de enero de 2013).
- LEWIS, J., «Technology Acquisition and Innovation in the Developing World: Wind Turbine Development in China and India», *Studies in Comparative International Development*, 32, 3-4, 2007, pp. 208-232.
- LIEDTKE, M., «Apple Cash: CEO Tim Cook Says Company Has More Than It Needs», *Huffington Post*, 23 de febrero de 2012. Disponible en línea en: http://www.huffingtonpost.com/2012/02/23/apple-cash-ceo-tim-cook_n_1297897.html?view=print&comm_ref=false (último acceso: 19 de julio de 2012).
- LIM, B. y S. RABINOVITCH, «China Mulls \$1.5 Trillion Strategic Industries Boost: Sources», Reuters, 3 de diciembre de 2010. Disponible en línea en: <http://www.reuters.com/article/2010/12/03/us-china-economy-investmentidUSTRE6B16U920101203> (último acceso: 24 de julio de 2012).
- LINDEN, G., K. L. KRAEMER y J. DEDRICK, «Who Captures Value in a Global Innovation Network? The Case of Apple's iPod», *Communications of the ACM*, 52, 3, 2010, pp. 140-144.
- LIU, C., «China Uses Feed-In Tariff to Build Domestic Solar Market», *The New York Times*, 14 de septiembre de 2011. Disponible en línea en: <http://www.nytimes.com/cwire/2011/09/14/14climatewirechina-uses-feed-in-tariff-to-build-domestic-25559.html?pagewanted=all> (último acceso: 24 de enero de 2013).
- LIU, W., «An Unlikely Boost for Chinese Wind», *Chinadialogue*, 20 de junio de 2011. Disponible en línea en: <http://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/4361-An-unlikely-boost-for-Chinese-wind> (último acceso: 25 de abril de 2012).
- LIU, Y., «China Increases Target for Wind Power Capacity to 1,000 GW by 2050», [Renewableenergyworld.com](http://www.renewableenergyworld.com), 5 de enero de 2012. Disponible en línea en: <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2012/01/china-increasestarget-for-wind-power-capacity-to-1000-gw-by-2050> (último acceso: 14 de junio de 2012).
- LOCKSHIN, B. y P. MOHNEN, «Do R&D Tax Incentives Lead to Higher Wages for R&D Workers? Evidence from the Netherlands», Maastricht (Países Bajos), Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (UNU-Merit). Documento de trabajo 2012-058, 18 de julio de 2012; versión revisada del documento 2008-034.
- LONGVIEW INSTITUTE, «The Birth of the Microchip», [Longview-institute.org](http://www.longviewinstitute.org), s. f. Disponible en línea en: <http://www.longviewinstitute.org/projects/marketfundamentalism/microchip/> (último acceso: 2 de julio de 2012).
- LÖÖF, H. y A. HESHMATI, «On the Relationship between Innovation and Performance: A Sensitivity Analysis», *Economics of Innovation and New Technology*, 15, 4-5, 2006, pp. 317-344.
- LUNDVALL, B.-Å. (ed.), *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres, Pinter, 1992.
- LYONS, D., «Apple Caves on Audits», *The Daily Beast*, 13 de febrero de 2012. Disponible en línea en: <http://www.thedailybeast.com/newsweek/2012/02/12/apple-shypocrisy-on-u-s->

- [jobs.html](#) (último acceso: 7 de julio de 2012).
- MADRIGAL, A., *Powering the Dream: The History and Promise of Green Technology*, Cambridge (Massachusetts), Da Capo Press, 2011.
- MALAKOFF, D., «Romney, Obama Campaigns Give Clean Tech Research Some Bipartisan Love», «Science Insider», [sciencemag.org](#), 11 de julio de 2012. Disponible en línea en: <http://news.sciencemag.org/scienceinsider/2012/07/romney-obamacampaignsgive-clean.html?ref=em> (último acceso: 7 de agosto de 2012).
- MALONE, M. S., *Infinite Loop: How the World's Most Insanely Great Computer Company Went Insane*, Nueva York, Currency Press, 1999.
- MARKUSEN, A. et al., *The Rise of the Gunbelt: The Military Remapping of Industrial America*, Nueva York, Oxford University Press, 1991.
- MARTIN, R. y U. WAGNER, «Climate Change Policy and Innovation», texto de conferencia, Centre for Economic Performance, London School of Economics, 2009. Disponible en línea en: http://cep.lse.ac.uk/conference_papers/18_05_2009/martin.pdf (último acceso: 7 de junio de 2011).
- MARTINOT, E., «Renewable Power for China: Past, Present, and Future», *Frontiers of Energy and Power Engineering in China*, 4, 3, 2010, pp. 287-294.
- , «Renewable Energy Policy Update for China», [renewableenergyworld.com](#), 21 de julio de 2010. Disponible en línea en: <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2010/07/renewable-energy-policy-update-for-china> (último acceso: 24 de abril de 2012).
- , «Renewables Global Futures Report», REN21, enero de 2013. Disponible en línea en: http://www.ren21.net/Portals/0/REN21_GFR_2013_print.pdf (último acceso: 10 de marzo de 2013).
- y L. JUNFENG, «Powering China's Development: The Role of Renewable Energy», World Watch Institute, noviembre de 2007. Disponible en línea en: <http://www.worldwatch.org/files/pdf/Powering%20China%27s%20Development.pdf> (último acceso: 20 de septiembre de 2013).
- MASON, G., K. BISHOP y C. ROBINSON, «Business Growth and Innovation: The Wider Impact of Rapidly-Growing Firms in UK City-Regions», informe, NESTA, octubre de 2009.
- MASSEY, D., P. QUINTAS y D. WIELD, *High-Tech Fantasies: Science Parks in Society, Science and Space*, Londres, Routledge, 1992.
- MATHEWS, J. et al., «China's Move to a Circular Economy as a Development Strategy», *Asian Business and Management*, 10, 4, 2011, pp. 463-484.
- MAZZOLENI, R. y R. R. NELSON, «The Benefit and Costs of Strong Patent Protection: A Contribution to the Current Debate», *Research Policy*, 27, 3, 1998, pp. 273-284.
- MAZZUCATO, M., *Firm Size, Innovation and Market Structure: The Evolution of Market Concentration and Instability*, Northampton (Massachusetts), Edward Elgar, 2000.
- , «US Healthcare Reform Is Not an Act of Meddling», *The Guardian*, 6 de abril de 2010. Disponible en línea en: <http://www.guardianpublic.co.uk/us-healthcarereform-innovation> (último acceso: 6 de junio de 2011).
- , *The Entrepreneurial State*, Londres, DEMOS, 2011.
- , 2012a, «Rebalancing What?», [Policy-network.net](#), 24 de junio de 2012. Disponible en línea en: www.policy-network.net/publications/4201/Rebalancing-What (último acceso: 11 de febrero de 2013).
- , 2012b, «The EU Needs More, Not Less Investment, to Get Out of Its Current Economic Predicament», *European* 34, octubre de 2012, pp. 4-8. Disponible en línea en: <http://ymlp.com/zm2bu9> (último acceso: 2 de febrero de 2013).

- , «Taxpayers Helped Apple but Apple Won't Help Them», *Harvard Business Review*, 8 de marzo de 2013. Disponible en línea en: http://blogs.hbr.org/cs/2013/03/taxpayers_helped_apple_but_apags.html?utm_source=Socialflow&utm_medium=Tweet&utm_campaign=Socialflow (último acceso: 9 de abril de 2013).
- y G. DOSI (eds.), *Knowledge Accumulation and Industry Evolution: The Case of Pharma-Biotech*, Cambridge, Cambridge University Press, 2006.
- y W. LAZONICK, «The Limits to the 3% R&D Target in Europe 2010: The Roles of Institutions, Industries, and Business – Government Complementarities in Achieving Equitable and Stable Growth», FINNOV documento de trabajo, mayo de 2010. Disponible en línea en: http://www.finnov-fp7.eu/sites/default/files/FINNOV_POSITION_PAPER_MAY_2010_3Percent_RD.pdf (último acceso: 24 de enero de 2013).
- y S. PARRIS, «R&D and Growth: When Does Variety Matter?», FINNOV, documento de trabajo 2.8, 2011.
- MCCRAY, W. P., «From Lab to iPod: A Story of Discovery and Commercialization in the post-Cold War era», *Technology and Culture*, 50, 1, enero de 2009, pp. 8-81.
- MCINTYRE, R. *et al.*, «Corporate Taxpayers & Corporate Tax Dodgers 2008-10», Citizens for Tax Justice and the Institute on Taxation and Economic Policy, 2011. Disponible en línea en: <http://www.ctj.org/corporatetaxdodgers/CorporateTaxDodgersReport.pdf> (último acceso: 25 de julio de 2012).
- MIA, H. *et al.*, «A Survey of China's Renewable Energy Economy», *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 2010, pp. 438-445.
- MINSKY, H. P., «The Financial Instability Hypothesis», Jerome Levy Economics Institute, documento de trabajo 74, mayo de 1992. [Hay trad. cast.: «La hipótesis de la inestabilidad financiera», en *Revista de Economía Crítica*, 9, primer semestre 2010, pp. 244-249].
- MIROWSKI, P., *Science-Mart*, Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press, 2011. Puede leerse un adelanto de la edición posterior de LOCKE, R. M. y R. WELLHAUSEN (eds.), Cambridge (Massachusetts), MIT (Massachusetts Institute of Technology), 2013, en «Innovation Economy Report», mit. edu, 22 de febrero de 2013. Disponible en línea en: <http://web.mit.edu/press/images/documents/pie-report.pdf> (último acceso: 25 de febrero de 2013).
- MOTOYAMA, Y., R. APPELBAUM y R. PARKER, «The National Nanotechnology Initiative: Federal Support for Science and Technology, or Hidden Industrial Policy?», *Technology in Society*, 33, 1-2, febrero-mayo de 2011, pp. 109-118. Disponible en línea en: http://ac.els-cdn.com/S0160791X1100011X/1-s2.0-S0160791X1100011Xmain.pdf?tid=fd274f8-71ce-11e2-82ef-00000aabb0f02&acdnat=1360314641_02c6c7c82b80f38f77571a611ab9305c (último acceso: 8 de febrero de 2013).
- MOWERY, D. C., «Military R&D and Innovation», en HALL, B. H. y N. ROSENBERG (eds.), *Handbook of the Economics of Innovation*, Ámsterdam, North-Holland, 2010.
- NAS (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES), *Category 5*, Washington, D. C., National Academies Press, 2010.
- NELSON, R. (ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford y Nueva York, Oxford University Press, 1993.
- y S. WINTER, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press, 1982.

- NESTA (NATIONAL ENDOWMENT FOR SCIENCE TECHNOLOGY AND THE ARTS), «The Innovation Gap: Why Policy Needs to Reflect the Reality of Innovation in the UK», sesión informativa, octubre de 2006. Disponible en línea en: <http://www.nesta.org.uk/library/documents/innovation-gap-pb.pdf> (último acceso: 7 de junio de 2011).
- , «The Vital 6 Per Cent: How High Growth Innovative Businesses Generate Prosperity and Jobs», resumen de investigación, 2009.
- , «From Funding Gaps to Thin Markets: UK Government Support for Early-Stage Venture Capital», informe de proyecto de investigación, 2009. Disponible en línea en: <http://www.nesta.org.uk/library/documents/Thin-Markets-v9.pdf> (último acceso: 7 de junio de 2011).
- , «Vital Growth: The Importance of High Growth Businesses to Recovery», resumen de investigación, marzo de 2011.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, *Funding a Revolution: Government Support for Computing Research*, Washington, D. C., National Academies Press, 1999.
- NIELSEN, K. H., «Technological Trajectories in the Making: Two Studies from the Contemporary History of Wind Power», *Centaurus*, 52, 3, 2010, pp. 175-205.
- NIELSEN, S., «Argentina Plans Biggest Wind Project with Loan from China», *Bloomberg*, 5 de julio de 2012. Disponible en línea en: <http://www.bloomberg.com/news/2012-07-05/argentina-plans-biggest-wind-project-with-loan-from-china.html> (último acceso: 24 de julio de 2012).
- NIGHTINGALE, P., «Technological Capabilities, Invisible Infrastructure and the Unsocial Construction of Predictability: The Overlooked Fixed Costs of Useful Research», *Research Policy*, 33, 9, 2004, pp. 1259-1284.
- , Pruebas de la veracidad de la existencia del «Valle de la Muerte» remitidas a la Comisión de Ciencia y Tecnología (Science and Technology Committee) de la Cámara de los Comunes de Reino Unido, 28 de abril de 2012. Disponible en línea en: <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201012/cmselect/cmsctech/uc1936-i/uc193601.htm> (último acceso: 1 de enero de 2013).
- NIH (NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH), «Home», página web del US Department of Health and Human Sciences, s. f. Disponible en línea en: <http://www.nih.gov/> (último acceso: 25 de enero de 2013).
- NORDHAUS, T. y M. SHELLENBERGER (eds.), *Breakthrough Journal*, 1, verano de 2011.
- NREL (NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY), *Rapid Deposition Technology Holds the key for the World's Largest Solar Manufacturer*, Golden (Colorado), NREL - United States Department of Energy, octubre de 2010.
- , «Thin Film Photovoltaic Partnership Project», 2012. Disponible en línea en: http://www.nrel.gov/pv/thin_film_partnership.html (último acceso: 23 de julio de 2012).
- NSB (NATIONAL SCIENCE BOARD), «Science and Engineering Indicators 2012», National Science Foundation, 2012. Disponible en línea en: <http://www.nsf.gov/statistics/seind12/start.htm> (último acceso: 18 de enero de 2013).
- NSF (NATIONAL SCIENCE FOUNDATION), «National Patterns of R&D Resources: 2008 Data Update», NSF, 10-314, marzo de 2012.
- OCDE (ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS), *Main Science and Technology Indicators*, 2, París, OCDE, 2005.
- OFFICE OF THE BUDGET, NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, «Appropriations History by Institute/Center (1938 to Present)», 2011. Disponible en línea en: http://officeofbudget.od.nih.gov/approp_hist.html (último acceso: 15 de noviembre de 2012).

- 2012). Adaptado de: LAZONICK, W. y O. TULUM, «US Biopharmaceutical Finance and the Sustainability of the Biotech Business Model», *Research Policy*, 40, 9, 2011, pp. 1170-1187.
- OGG, E., *How Apple Gets Away with Lower R&D Spending*, GIGaom, 30 de enero de 2012. Disponible en línea en: <http://gigaom.com/apple/how-apple-gets-away-with-lower-rd-spending/> (último acceso: 19 de julio de 2012).
- OMPI (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL), «Patent Cooperation Treaty Applications Relating to Environmental Technologies (2001-05 Average)», en P. AGHION, R. VEUGELERS y C. SERRE, «Cold Start for the Green Innovation Machine», *Bruegel Policy Contribution*, 12, noviembre de 2009.
- OSTI (OFFICE OF SCIENCE AND TECHNICAL INFORMATION), «John B. Goodenough, Cathode Materials, and Rechargeable Lithium-ion Batteries. DoE R&D Accomplishments», 17 de septiembre de 2009. Disponible en línea en: <http://www.osti.gov/accomplishments/goodenough.html> (último acceso: 14 de febrero de 2012).
- OSTP (OFFICE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY POLICY), «American Competitiveness Initiative: Leading the World in Innovation», Domestic Policy Council, Office of Science and Technology Policy, febrero de 2006.
- OTA (US CONGRESS OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT), *Flat Panel Displays in Perspective*, OTA-ITC-631. Washington, D. C., US Government Printing Office, 1995. Disponible en línea en: <http://www.fas.org/ota/reports/9520.pdf> (último acceso: 29 de enero de 2013).
- OTP (OFFICE OF TAX POLICY), «Investing in U.S. Competitiveness: The Benefits of Enhancing the Research and Experimentation (R&E) Tax Credit», informe de la Oficina de Política Fiscal (OTP) del Departamento del Tesoro de Estados Unidos (United States Department of the Treasury), 25 de marzo de 2011.
- OVERBYE, D., «Physics of Hard Drives Wins Nobel», *The New York Times*, 10 de octubre de 2007. Disponible en línea en: <http://www.nytimes.com/2007/10/10/world/10nobel.html?pagewanted=print> (último acceso: 10 de octubre de 2012).
- PARRIS, S. y P. DEMIREL, «Innovation in Venture Capital Backed Clean-Technology Firms in the UK», *Strategic Change*, 19, 7-8, 2010, pp. 343-357.
- PATTON, D., «Further Huge Boost to Solar Target "Not on China's Agenda"», *Recharge News*, 12 de septiembre de 2012. Disponible en línea en: http://www.rechargenews.com/business_area/politics/article322558.ece (último acceso: 22 de enero de 2013).
- PAVITT, K., «Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory», *Research Policy*, 13, 6, 1984, pp. 343-373.
- PENTLAND, W., «China's Coming Solyndra Crisis», *Forbes*, 27 de septiembre de 2011. Disponible en línea en: <http://www.forbes.com/sites/williampentland/2011/09/27/chinascoming-solyndra-crisis/> (último acceso: 23 de julio de 2012).
- PÉREZ, C., *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*, Cheltenham (Reino Unido), Edward Elgar, 2002. [Hay trad. cast.: *Revoluciones tecnológicas y capital financiero: La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*, Madrid, Siglo XXI, 2008].
- , «Financial Crises, Bubbles and the Role of Government in Unleashing Golden Ages», FINNOV, documento de debate D2.12, 2012.

- PERLIN, J., *From Space to Earth: The Story of Solar Electricity*, Ann Arbor (Míchigan), Aatec Publications, 1999.
- PERNICK, R., C. WILDE y T. WINNIE, «Clean Energy Trends 2012», Clean Edge, marzo de 2012. Disponible en línea en: <http://www.cleandedge.com/reports> (último acceso: 17 de abril de 2012).
- PERRONS, D. y A. PLOMIEN, *Why Socio-economic Inequalities Increase?: Facts and Policy Responses in Europe*, EUR (Series) 24471, Luxemburgo, Departamento de Publicaciones de la Unión Europea, 2010.
- PEW CHARITABLE TRUSTS, *Who's Winning the Clean Energy Race? 2011 Edition*, Filadelfia y Washington, D. C., The Pew Charitable Trusts, 2012. Disponible en línea en: http://www.pewenvironment.org/uploadedFiles/PEG/Publications/Report/FINAL_forweb_WhoIsWinningTheCleanEnergyRace-REPORT-2012.pdf (último acceso: 25 de enero de 2013).
- PIERRAKIS, Y., «Venture Capital: Now and after the Dot com Crash», informe de investigación de NESTA, julio de 2010. Disponible en línea en: http://www.nesta.org.uk/library/documents/Venture_Capital.pdf (último acceso: 25 de enero de 2013).
- PIRC (PUBLIC INTEREST RESEARCH CENTRE), *The Green Investment Gap: An Audit of Green Investment in the UK*, Machynlleth (Reino Unido), Public Interest Research Centre, marzo de 2012.
- PISANO, G. P., «Can Science be a Business? Lessons from Biotech», *Harvard Business Review*, 84, 10, 2006, pp. 114-125. [Hay trad. cast.: «¿Puede la ciencia ser un negocio? Lecciones de la biotecnología», *Harvard Business Review*, agosto de 2007. Disponible en línea en: <http://insight.ipae.edu.pe/media/contents/articulos/file/083506400%201335188906.pdf> (último acceso: 22 de agosto de 2014)].
- POLANYI, K., *The Great Transformation: The Political and Economic Origins of Our Time*, Boston, Beacon, 2001 [1944]. [Hay trad. cast.: *La gran transformación: crítica del liberalismo económico*, Madrid, La Piqueta, 1989].
- POLITI, J., «The Future of Development Banks», *Financial Times Special Reports*, 24 de septiembre de 2012, pp. 1-4. Disponible en línea en: <http://www.ft.com/intl/cms/c1628ce2-03a3-11e2-bad2-00144feabdc0.pdf> (último acceso: 1 de abril de 2013).
- PRESTOWITZ, C., «Apple Makes Good Products but Flawed Arguments», *Foreign Policy*, 23 de enero de 2012.
- PROEBSTEL, D. y W. CLINT, «Renewable Energy for Military Applications», [I.bnet.com](http://i.bnet.com), Pikes Research, 2011. Disponible en línea en: <http://i.bnet.com/blogs/rema-11-executive-summary.pdf> (último acceso: 28 de enero de 2013).
- RAND (RESEARCH AND DEVELOPMENT), «Paul Baran and the Origins of the Internet», [Rand.org](http://www.rand.org), 23 de diciembre de 2011. Disponible en línea en: <http://www.rand.org/about/history/baran.html> (último acceso: 11 de julio de 2012). [Hay trad. cast.: «Paul Baran y los orígenes de internet», en *El Periódico de Catalunya*, 8 de abril de 2011. Disponible en línea en: <http://www.elperiodico.com/es/noticias/opinion/print-966465.shtml> (último acceso: 22 de agosto de 2014)].
- RANDERSON, J., «Cameron: I Want Coalition to Be "Greenest Government Ever"», *The Guardian*, 14 de mayo de 2010. Disponible en línea en:

- <http://www.guardian.co.uk/environment/2010/may/14/cameron-wants-greenest-government-ever> (último acceso: 4 de enero de 2013).
- RAO, A. y P. SCARUFFI, *A History of Silicon Valley: The Largest Creation of Wealth in the History of the Planet: A Moral Tale*, Palo Alto (California), Omniware Group, 2011.
- REINERT, E., *How Rich Countries Got Rich and Why Poor Countries Stay Poor*, Londres, Constable, 2007. [Hay trad. cast.: *La globalización de la pobreza: Cómo se enriquecieron los países ricos y por qué los países pobres siguen siendo pobres*, Barcelona, Crítica, 2007].
- REINGANUM, J. F., «Practical Implications of Game Theoretic Models of R&D», *American Economic Review*, 74, 2, 1984, pp. 61-66.
- REN21 (RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY), «Renewables 2012: Global Status Report», [REN21.net](http://www.map.ren21.net/GSR/GSR2012_low.pdf), 11 de junio de 2012. Disponible en línea en: http://www.map.ren21.net/GSR/GSR2012_low.pdf (último acceso: 25 de enero de 2013).
- REUTERS, «Hanwha Solar One to Beat US Tariffs with Q-Cells Buy», Reuters, 11 de septiembre de 2012. Disponible en línea en: <http://in.reuters.com/article/2012/09/11/hanwhasolarone-results-idINL3E8KB44G20120911> (último acceso: 24 de enero de 2013).
- RICHARD, D., «Small Business and Government: The Richard Report», informe presentado al gabinete en la sombra, 2008. Disponible en línea en: <http://www.bl.uk/bipc/pdfs/richardre-port2008.pdf> (último acceso: 6 de junio de 2011).
- ROBINSON, J., «The Production Function and the Theory of Capital», *Review of Economic Studies*, 21, 2, 1953-1954, pp. 81-106. [Hay trad. cast.: «La función de producción y la teoría del capital», en *Lecturas del Fondo de Cultura Económica*, 18, 1977, pp. 51-67].
- , «Obstacles to Full Employment», en *Contributions to Modern Economic*, Nueva York, San Francisco, Academic Press, 1978.
- RODRIK, D., «Industrial Policy for the 21st Century», CEPR, documento de debate 4767, 2004.
- ROGOFF, K. y C. REINHART, «Growth in a Time of Debt», *American Economic Review*, 100, 2, 2010, pp. 573-578.
- ROLAND, A. y P. SHIMAN, *Strategic Computing: DARPA and the Quest for Machine Intelligence, 1983-1993*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press, 2002.
- ROUSH, W., «The Story of Siri, from Birth at SRI to Acquisition by Apple – Virtual Personal Assistants Go Mobile», [Xconomy.com](http://www.xconomy.com/san-francisco/2010/06/14/the-story-ofsiri-from-birth-at-sri-to-acquisition-by-apple-virtual-personal-assistants-gomobile/), 14 de junio de 2010. Disponible en línea en: <http://www.xconomy.com/san-francisco/2010/06/14/the-story-ofsiri-from-birth-at-sri-to-acquisition-by-apple-virtual-personal-assistants-gomobile/> (último acceso: 2 de julio de 2012).
- RUEGG, R. y P. THOMAS, «Linkages from DOE's Wind Energy Program R&D to Commercial Renewable Power Generation», United States Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, septiembre de 2009. Disponible en línea en: http://www1.eere.energy.gov/analysis/pdfs/wind_energy_r_and_d_linkages.pdf (último acceso: 7 de marzo de 2013).
- , «Linkages from DOE's Solar Photovoltaic R&D to Commercial Renewable Power from Solar Energy», United States Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, abril de 2011. Disponible en línea en: http://www1.eere.energy.gov/ba/pba/program_evaluation/pdfs/solar_rd_linkages_report7.18.11.pdf (último acceso: 25 de enero de 2013).
- RUTTAN, V. W., *Is War Necessary for Economic Growth?: Military Procurement and Technology Development*, Nueva York, Oxford University Press, 2006.

- SALTER, A. *et al.*, *Talent, Not Technology: Publicly Funded Research and Innovation in the UK*, Londres, CVCP, 2000.
- SANDE, S., «Reno City Council Approves Tax Break for Data Center», TUAW, 28 de junio de 2012. Disponible en línea en: <http://www.tuaw.com/2012/06/28/reno-citycouncil-approves-apple-tax-break-for-data-center/> (último acceso: 22 de enero de 2013).
- SANDERSON, H. y M. FORSYTHE, *China's Superbank: Debt, Oil and Influence – How China Development Bank is Rewriting the Rules of Finance*, Singapur, John Wiley & Sons, 2012.
- SAPOLSKY, H. M., «Inventing Systems Integration», en PRENCIPE, A., A. DAVIES y M. HOBDAI (eds.), *The Business of Systems Integration*, Oxford, Oxford University Press, 2003.
- SATO, H., «Can US Factories Take on China?», *Lowell Sun*, Chinasubsidies.com, 1 de marzo de 2011. Disponible en línea en: <http://www.chinasubsidies.com/Lowell-Sun-Mar-2011.pdf> (último acceso: 5 de febrero de 2013).
- SCHMIDT, H. D. D., *You Cannot Buy Innovation*, Asymco, 30 de enero de 2012. Disponible en línea en: http://www.asymco.com/2012/01/30/you-cannot-buy-innovation/?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Asymco+%abot28asymco%29 (último acceso: 12 de junio de 2012).
- SCHUMPETER, J., «Economic Theory and Entrepreneurial History», en *Change and the Entrepreneur: Postulates and the Patterns for Entrepreneurial History*, Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press, 1949.
- , *Capitalism, Socialism and Democracy*, Nueva York, Routledge, 2003 [1942]. [Hay trad. cast.: *Capitalismo, socialismo y democracia*, Madrid, Aguilar, 1968].
- SEGAL, D., «Apple's Retail Army, Long on Loyalty but Short on Pay», *The New York Times*, 23 de junio de 2012. Disponible en línea en: <http://www.nytimes.com/2012/06/24/business/apple-store-workers-loyal-but-short-on-pay.html?gwh=7D59E115E4CC232BCFF56011281AF183> (último acceso: 7 de julio de 2012).
- SERPD (STRATEGIC ENVIRONMENTAL RESEARCH AND DEVELOPMENT PROGRAM) y ESTCP (ENVIRONMENTAL SECURITY TECHNOLOGY CERTIFICATION PROGRAM), «Installation Energy Test Bed», Serdp.org, s. f. Disponible en línea en: <http://www.serdp.org/Featured-Initiatives/Installation-Energy> (último acceso: 28 de enero de 2013).
- SHAPIRO, I., «Comparing the Pay of Apple's Top Executives to the Pay of the Workers Making Its Products», Economic Policy Institute, 30 de abril de 2012. Disponible en línea en: <http://www.epi.org/publication/apple-executives-pay-foxconnworkers/> (último acceso: 19 de julio de 2012).
- SHERLOCK, M., «Energy Tax Policy: Historical Perspectives on and Current Status of Energy Tax Expenditures», Congressional Research Service, 2 de mayo de 2011. Disponible en línea en: <http://www.leahy.senate.gov/imo/media/doc/R41227EnergyLegReport.pdf> (último acceso: 19 de julio de 2012).
- SINGER, A., «General Electric's Ten Year Tax Rate Only Two Percent», Citizens for Tax Justice (CTJ), comunicado de prensa, 27 de febrero de 2012. Disponible en línea en: http://www.ctj.org/taxjusticedigest/archive/2012/02/press_release_general_electric.php (último acceso: 25 de julio de 2012).
- SKIDELSKY, R., F. MARTIN y C. WIGSTROM, *Blueprint for a British Investment Bank* (e-book), 2011. Disponible en línea en: <http://www.skidelskyr.com/site/article/blueprintfor-a-british-investment-bank/> (último acceso: 15 de febrero de 2013).

- SLATER, K., «Banks Seek Profit in Venture Capital Arena; High-Risk, High-Reward Business Is Attracting More Adherents», *American Banker*, 31 de octubre de 1983.
- SMITH, A., *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, edición de E. Cannan (5.^a ed.), Londres, Methuen & Co, 1904 [1776]. [Hay trad. cast.: *Una investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*, Barcelona, Tecnos, 2009].
- SOLOW, R. M., «A Contribution to the Theory of Economic Growth», *Quarterly Journal of Economics*, 70, 1, febrero de 1956, pp. 65-94. Disponible en línea en: <http://qje.oxfordjournals.org/content/70/1/65.full.pdf+html> (último acceso: 29 de enero de 2013). [Hay trad. cast.: «Una contribución a la teoría del crecimiento económico», en *La teoría del crecimiento económico*, México, D. F., FCE, 1976].
- , «We'd Better Watch Out», *The New York Times*, 12 de julio de 1987, p. 36. Disponible en línea en: <http://www.standupeconomist.com/pdf/misc/solow-computer-productivity.pdf> (último acceso: 29 de enero de 2013).
- SOPPE, B., «How Countries Matter to Technological Change: Comparison of German and U.S. Wind Energy Industry», ponencia presentada en la DRUID-DIME Academy Winter Conference, Dinamarca, enero de 2009, pp. 22-24. Información disponible en: <http://epub.uni-regensburg.de/6478/> (último acceso: 14 de febrero de 2013).
- SOUTHWICK, K., *Silicon Gold Rush: The Next Generation of High-Tech Stars Rewrites the Rules of Business*, Nueva York, John Wiley & Sons, 1999.
- ST. JOHN, J., «China's Solar Loans Still Mostly Untapped», Greentech Media, 17 de noviembre de 2011. Disponible en línea en: <http://www.greentechmedia.com/articles/read/chinas-solar-loans-still-mostly-untapped/> (último acceso: 23 de julio de 2011).
- STOREY, D., «Evaluating SME Policies and Programmes: Technical and Political Dimensions», en CASSON, M. et al. (eds.), *The Oxford Handbook of Entrepreneurship*, pp. 248-279, Nueva York, Oxford University Press, 2006.
- SULLIVAN, M. A., «Apple Reports High Rate but Saves Billions on Taxes», *Tax Analysts*, 13 de febrero de 2012, pp. 777-778. Disponible en línea en: <http://taxprof.typepad.com/files/134tn0777.pdf> (último acceso: 1 de julio de 2012).
- SWEET, C., «Google Invests \$75 Million in Home Solar Venture», *Wall Street Journal*, 28 de septiembre de 2011. Disponible en línea en: <http://online.wsj.com/article/SB10001424052970204831304576596833595375002.html> (último acceso: 31 de octubre de 2012).
- TASSEY, G., «Beyond the Business Cycle: The Need for a Technology-Based Growth Strategy», document de trabajo de Economic Analysis Office, US National Institute of Standards and Technology (NIST), febrero de 2012. Disponible en línea en: <http://www.nist.gov/director/planning/upload/beyond-business-cycle.pdf> (último acceso: 29 de enero de 2013).
- The Daily Telegraph*, «David Cameron Pledges Greenest Government Ever», vídeo, 14 de mayo de 2010. Disponible en línea en: <http://www.telegraph.co.uk/news/newsvideo/uk-politics-video/7723996/David-Cameron-pledges-greenest-government-ever.html> (último acceso: 2 de mayo de 2011).
- The Economist*, 2010a, «Special Report: The World Economy», 7 de octubre de 2010. Disponible en línea en: <http://www.economist.com/printedition/2010-10-09> (último acceso: 25 de enero de 2013).
- , 2010b, «The World in 2011», 22 de noviembre de 2010. Disponible en línea en: <http://www.economist.com/theworldin/2011> (último acceso: 25 de enero de 2013).

- , 2011a, «Taming Leviathan: How to Slim the State Will Become the Great Political Issue of Our Times», 17 de marzo de 2011. Disponible en línea en: <http://www.economist.com/node/18359896> (último acceso: 23 de mayo de 2013).
- , «Angst in the United States: What's Wrong with America's Economy?», 28 de abril de 2011. Disponible en línea en: <http://www.economist.com/node/18620710> (último acceso: 25 de enero de 2013).
- , «The Third Industrial Revolution», 21 de abril de 2012. Disponible en línea en: <http://www.economist.com/node/21553017> (último acceso: 30 de abril de 2012).
- TRACY, R., «US Offers \$150m Loan Guarantee to Solar-Wafer Manufacturer», *Dow Jones International News*, 17 de junio de 2011.
- UNRUH, G. C., «Understanding Carbon Lock-In», *Energy Policy*, 28, 12, 2011, pp. 817-830.
- USHA, H. y D. SCHULER, «Government Policy and Firm Strategy in the Solar Photovoltaic Industry» *California Management Review*, 54, 1, 2011, pp. 17-38.
- US DEPARTMENT OF THE TREASURY, «Overview and Status Update of the 1603 Program», [Treasury.gov](http://www.treasury.gov), 20 de julio de 2012. Disponible en línea en: <http://www.treasury.gov/initiatives/recovery/Documents/Status%20overview.pdf> (último acceso: 25 de enero de 2013).
- US GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE, «Advanced Research Projects Agency–Energy Could Benefit from Information on Applicants’ Prior Funding», 13 de enero de 2012. Disponible en línea en: <http://www.gao.gov/products/GAO-12-112> (último acceso: 9 de febrero de 2013).
- VALLAS, S. P., D. L. KLEINMAN y D. BISCOTTI, «Political Structures and the Making of US Biotechnology», en BLOCK, F. L. y M. R. KELLER (eds.), *State of Innovation: The U.S. Government's Role in Technology Development*, pp. 57-76, Boulder (Colorado), Paradigm Publishers, 2009.
- VASCELLARO, J. E., «Tech Industry Rebuts Critics on Outsourcing», *The Wall Street Journal*, 6 de junio de 2012. Disponible en línea en: <http://online.wsj.com/article/SB10001424052702303830204577446492207816330.html> (último acceso: 17 de julio de 2012).
- WADE, R., *Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in Taiwan's Industrialization*, Princeton (Nueva Jersey), Princeton University Press, 1990. [Hay trad. cast.: *El mercado dirigido: La teoría económica y la función del Gobierno en la industrialización del Este de Asia*, México, D. F., FCE, 1999].
- WALD, M., «Energy Firms Aided by U.S. Find Backers», *The New York Times*, 2 de febrero de 2011. Disponible en línea en: <http://www.nytimes.com/2011/02/03/business/energy-environment/03energy.html?pagewanted=all&r=0>
- WALKER, R., «The Guts of a New Machine», *The New York Times*, 30 de noviembre de 2003. Disponible en línea en: <http://www.nytimes.com/2003/11/30/magazine/30IPOD.html?pagewanted=all&pagewanted=print> (último acceso: 10 de octubre de 2012).
- WESTERMAN, W., «"About" Wayne Westerman», 1999. Disponible en línea en: http://www.eecis.udel.edu/~westerma/About_Wayne.html (último acceso: 22 de enero de 2013).
- WHEELER, B., «David Cameron Says Enterprise Is Only Hope for Growth», BBC News, 6 de marzo de 2011. Disponible en línea en: <http://www.bbc.co.uk/news/uk-politics-12657524> (último acceso: 7 de junio de 2011).
- WISER, R., M. BOLINGER y G. BARBOSE, «Using the Federal Production Tax Credit to Build a Durable Market for Wind Power In the United States», Lawrence Berkeley National

- Laboratory, Environmental Energy Technologies Division, noviembre de 2007. Preimpresión de un artículo remitido al *Electricity Journal*. Disponible en línea en: <http://eetd.lbl.gov/ea/emp/reports/63583.pdf> (último acceso: 25 de enero de 2013).
- WOO-CUMINGS, M. (ed.), *The Developmental State*, Ithaca (Nueva York), Cornell University Press, 1999.
- WOOD, R., «Fallen Solyndra Won Bankruptcy Battle but Faces Tax War», *Forbes*, 11 de junio de 2012. Disponible en línea en: <http://www.forbes.com/sites/robertwood/2012/11/06/fallen-solyndra-won-bankruptcy-battle-but-facestax-war/> (último acceso: 29 de enero de 2013).
- WRIGHT, R., «The Man Who Invented the Web: Tim Berners-Lee Started a Revolution, But It Didn't Go Exactly as Planned», *Time*, 149, 20, 19 de mayo de 1997.
- YASUDA, T., «Firm Growth, Size, Age and Behavior in Japanese Manufacturing», *Small Business Economics*, 24, 1, 2005, pp. 1-15.
- ZENGHELIS, D., «A Macroeconomic Plan for a Green Recovery», documento político del Centre for Climate Change Economics and Policy y el Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, enero de 2011. Disponible en línea en: http://www2.lse.ac.uk/GranthamInstitute/publications/Policy/docs/PP_macro-economic-green-recovery_Jan11.pdf (último acceso: 14 de febrero de 2012).

AGRADECIMIENTOS

No habría podido escribir este libro sin el estímulo intelectual y el duro trabajo de muchos colegas y amigos.

En primer lugar, y ante todo, están los estimulantes intercambios con dos de los mejores historiadores económicos del mundo: Carlota Pérez y Bill Lazonick. El trabajo de Carlota y nuestras constantes discusiones sobre la función del Estado en diferentes fases de las revoluciones tecnológicas me han desafiado a realizar una intensa reflexión acerca del papel cambiante de los diferentes tipos de «capital» —financiero y productivo— a lo largo del tiempo, así como respecto al desempeño del Estado en guiar a ambos tipos de capital hacia propósitos *productivos* y no puramente especulativos. A pesar de ello, por supuesto, la innovación requiere cierta especulación, que Bill ha distinguido con mucho cuidado de la «manipulación». El incisivo análisis de Bill no deja ninguna palabra intacta. Por ejemplo, pone atención en diferenciar a las empresas del mercado, algo que la mayoría de nosotros confundimos al utilizar el término «sector privado». El trabajo de Bill sobre la estructura cambiante de la producción capitalista, su relación con los mercados de trabajo y las dinámicas financieras debería ser de lectura obligatoria para todos los estudiantes interesados en la teoría de la empresa y para todos aquellos legisladores interesados en reformar las finanzas con el objetivo de hacer que la producción capitalista sea más inclusiva y sostenible.

También le estoy agradecida a Bill por haberme presentado a dos de sus más brillantes estudiantes de máster: Oner Tulum y Matt Hopkins, quienes se han convertido en los mejores ayudantes de investigación que se pueda tener. Oner aplicó sus métodos

quirúrgicos al estudio de los informes corporativos, con el objetivo de llegar al fondo de la cuestión de cuánto proporcionó el Estado a Apple, tanto en términos de tecnologías de base como de financiación inicial. No podría haber escrito el capítulo 5 sin él. Y Matt aplicó su agudo y apasionado conocimiento de las tecnologías limpias, algo en lo que es académicamente un experto pero con lo que tiene un compromiso político. Sin él no podría haber escrito los capítulos 6 y 7.

También quiero darles las gracias a Caetano Penna y a Caroline Barrow, quienes me ofrecieron una laboriosa ayuda editorial. La experiencia de Caetano tanto en teoría económica heterodoxa (y en el marco del «Otro Canon») como en estudios sobre innovación —y su pionera tesis sobre la «transición» necesaria en los automóviles— le han convertido en un consejero y corrector único y estimulante. Caroline, que se sumergió en la edición y el formateado del manuscrito inmediatamente después de incorporarse a la Unidad de Investigación de Políticas Científicas de la Universidad de Sussex, nunca perdió la paciencia e incluso proporcionó interesantes ideas sobre el papel del sector público en el mundo del arte desde su experiencia como bailarina profesional.

Por último, estoy agradecida por la financiación que me ha permitido tomarme el tiempo necesario para escribir el manuscrito. La beca de la iniciativa Reforma de las Finanzas Globales de la Fundación Ford, liderada por Leonardo Burlamaqui, no solo me ayudó mucho, sino que también me resultó de gran utilidad gracias al trabajo del propio Leonardo sobre los mecanismos a través de los cuales la «gobernanza del conocimiento» puede «dar forma» a los mercados. De hecho, fue el trabajo de Leonardo con la fundación lo que inspiró las primeras reuniones y condujo a otro proyecto de investigación, financiado por el Instituto para el Nuevo Pensamiento Económico (INET), en el que Randy Wray y yo nos estamos devanando los sesos ahora mismo: un intento de unir las ideas de Joseph Schumpeter sobre innovación y las de Hyman Minsky sobre finanzas, con el objetivo de descubrir cómo pueden convertirse las finanzas en un vehículo para la destrucción creativa en lugar de su obsesión actual por la creación de destrucción al estilo Ponzi.

Entre los demás amigos y colegas que me han inspirado mediante su colaboración y sus comentarios, quiero mencionar a Fred Block, Michael Jacobs, Paul Nightingale y Andy Stirling, los dos últimos de la Unidad de Investigación de Políticas Científicas, mi nuevo hogar académico. La Unidad, fundada por Chris Freeman, es uno de los entornos más dinámicos en los que he trabajado, un lugar donde se considera que la innovación es el centro de la competencia capitalista y donde, en lugar de mitificar el proceso, este se estudia de forma «crítica», tanto en lo que se refiere a su tasa de crecimiento como a su dirección.

Por último, a lo largo de los últimos dos años he tenido la suerte de trabajar codo a codo junto con diferentes legisladores de todo el mundo que, de forma acertada, desean escuchar a voces «diferentes» en el terreno de la economía. En Reino Unido he encontrado una especial inspiración trabajando con el secretario de Estado David Willetts, el secretario de Empresa en la sombra[*] Chuka Umunna, la ministra de Ciencia en la sombra Chi Onwurah (ahora en la Oficina del Gabinete)[*] y Andrew Adonis. En la Comisión Europea, trabajar con Peter Droell (líder de la Unidad de Innovación de la DG RTD, la Dirección General de Investigación de la Unión Europea) acerca de la innovación del sector público (tanto «dentro» como «a través») me ha motivado no solo para discutir el potencial papel «emprendedor» del Gobierno, sino también para reflexionar de forma concreta sobre cómo construir organizaciones «emprendedoras» dentro del sector público.

Por supuesto, ninguna de las personas aquí mencionadas es en absoluto responsable de mis errores, exageraciones y provocaciones, así como de las opiniones, a veces demasiado apasionadas, que expreso en este libro.

LISTA DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1: Comparación de sistemas nacionales de innovación: Japón y la Unión Soviética en la década de 1970

Tabla 2: Riesgo de pérdidas para diferentes etapas en las que se realizan inversiones

Tabla 3: Ventas netas, ingresos y cifras de I+D de Apple entre 1999 y 2011 (millones de dólares estadounidenses)

Gráfico 1: Gasto bruto en I+D (GBID) como porcentaje del PIB en la OCDE (1981-2010)

Gráfico 2: Etapas de la inversión de capital riesgo

Gráfico 3: Fuentes de financiación de la I+D en Estados Unidos en 2008

Gráfico 4: Fuentes de financiación de la I+D básica en Estados Unidos en 2008

Gráfico 5: Clasificación de nuevos fármacos

Gráfico 6: Número de NEM aprobadas en comparación con el gasto de los miembros de PhRMA en Estados Unidos (1970-2004)

Gráfico 7: Porcentajes de nuevos fármacos según tipo en la industria farmacéutica (1993-1994)

Gráfico 8: Presupuestos de los Institutos Nacionales de Salud (1938-2012)

Gráfico 9: Número de subvenciones concedidas a proyectos en etapa inicial y en etapa semilla, SBIR y capital riesgo

Gráfico 10: Ventas netas de Apple por región y producto (miles de millones de dólares estadounidenses)

Gráfico 11: Precios de las acciones de Apple entre 1990 y 2012

Gráfico 12: ¿I+D productiva o algo sin coste?

Gráfico 13: Origen de los productos populares de Apple

Gráfico 14: Nueva inversión global en energías renovables (miles de millones de dólares estadounidenses)

Gráfico 15: Gasto gubernamental en I+D en energía como porcentaje del PIB en 13 países (2007)

Gráfico 16: Subsectores de capital riesgo en el área de las energías limpias

Gráfico 17: Mercado global de las energías solar y eólica (miles de millones de dólares estadounidenses) (2000-2011)

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AEIC: American Energy Innovation Council

ARPA-E: Advanced Research Projects Agency-Energy (Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada-Energía [Departamento de Energía del Gobierno de Estados Unidos])

ARRA: American Recovery and Reinvestment Act (Ley de Reinversión y Recuperación [Estados Unidos])

BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social [Brasil])

CE: Comisión Europea (Bruselas)

CERN: Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (Organización Europea para la Investigación Nuclear)

DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency (Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa [Estados Unidos])

DoD: Department of Defense (Departamento de Defensa [Estados Unidos])

DoE: Department of Energy (Departamento de Energía [Estados Unidos])

FDA: Food and Drug Administration (Administración de Alimentos y Medicamentos [Estados Unidos])

GMR: Giant magnetoresistance (Magnetorresistencia Gigante)

GPS: Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)

GPT: General Purpose Technology (Tecnologías de Utilidad General)

I+D: Investigación y desarrollo

MCII: Ministerio de Comercio Internacional e Industria (Japón)

MRC: Medical Research Council [Reino Unido]

NEM: Nuevas Entidades Moleculares

NESTA : National Endowment for Science, Technology and the Arts (Fondo Nacional para la Ciencia, la Tecnología y las Artes [Reino Unido])

NIH: National Institutes of Health (Institutos Nacionales de Salud [Estados Unidos])

NIST: National Institute of Standards and Technology (Instituto Nacional de Estándares y Tecnología [Estados Unidos])

NNI : National Nanotechnology Initiative (Iniciativa Nacional de Nanotecnología [Estados Unidos])

NSF: National Science Foundation (Fundación Nacional para la Ciencia [Estados Unidos])

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

OSTP: Office of Science and Technology Policy (Departamento de Política Científica y Tecnológica [Estados Unidos])

OTA: Office of Technology Assessment (Departamento de Evaluación Tecnológica [Estados Unidos])

OTP: Office of Tax Policy (Departamento de Política Fiscal [Estados Unidos])

PhRMA: Pharmaceutical Research and Manufacturers of America (Investigadores y Productores Farmacéuticos de América [agrupación empresarial])

S&P 500: Índice bursátil Standard & Poor's 500, basado en la capitalización de mercado de las quinientas empresas más grandes que cotizan en las bolsas de Estados Unidos

SBIR: Small Business Innovation Research (Programa de Investigación de Innovación para Pequeñas Empresas [Estados Unidos])

SRI: Stanford Research Institute (Instituto de Investigación de Stanford [Estados Unidos, sin ánimo de lucro])

SST : American Supersonic Transport (Proyecto Estadounidense de Transporte Supersónico)

STTR: Small Business Technology Transfer Program (Programa de Transferencia Tecnológica en la Pequeña Empresa)

TFT: Thin-film transistor (Transistor de películas finas)

TIC: Tecnologías de la Información y la Comunicación

TRP: Technology Reinvestment Program (Programa de Reinversión Tecnológica [Estados Unidos])

NOTAS

PRÓLOGO A LA EDICIÓN DE 2019. REDESCUBRIR LA CREACIÓN DE RIQUEZA PÚBLICA

[1] Véase <https://arstechnica.com/tech-policy/2018/02/trumps-budget-proposal-is-out-and-he-really-wants-to-kill-arpa-e/>.

[2] <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1119120950.html>.

[3] Véase <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/publications/2017/oct/mission-orientedinnovation-policy-challenges-and-opportunities>.

[4] Mazzucato M. y O'Donovan C., «The BBC as Market Shaper and Creator» en *Rethinking the BBC: Public Media in the 21st Century*, Seth-Smith, N. et al. (eds.), Commonwealth Publishing, 2016. Disponible online en <http://commonwealth-publishing.com/shop/rethinking-the-bbc-public-media-in-the-21st-century/>.

INTRODUCCIÓN: VOLVER A PENSAR EN GRANDE

[1] Evans y Rauch (1999) demuestran, por ejemplo, que una burocracia estatal del tipo weberiano que emplee métodos de contratación basados en la meritocracia y ofrezca una carrera de largo plazo, predecible y bien remunerada mejora las perspectivas de crecimiento, incluso cuando se tienen en cuenta los niveles iniciales de PIB per cápita y capital humano.

[2] A pesar de la connotación negativa de la palabra «socialización» para el público estadounidense, debido a que se asocia con los regímenes socialistas, este concepto no debe vincularse a ninguna ideología. De hecho, en uno de los libros publicados después de la reciente crisis económica y financiera (*Freefall: America, Free Markets, and the Sinking of the World Economy*, Nueva York: W. W. Norton & Company, 2010), el economista galardonado con el Premio Nobel Joseph Stiglitz criticó el capitalismo estadounidense por privatizar las ganancias de la especulación financiera y socializar las pérdidas producidas por la crisis (puesto que fue el dinero de los contribuyentes el que rescató a los bancos). También Andrew Haldane, economista jefe del Banco de Inglaterra —que no es precisamente la institución más «socialista»— criticó el sistema financiero por permitir una «socialización de los riesgos» y una privatización de las ganancias.

[3] Recientemente he criticado al Partido Laborista de Reino Unido por apoyar también esta postura cuando, tras perder las elecciones de 2015, muchos afirmaron que era debido a

que no habían apelado suficientemente a los «creadores de riqueza» (las empresas). Está disponible online en <http://www.theguardian.com/science/political-science/2015jun/15/a-new-wealth-creating-agenda-for-the-labour-party>.

[4] Los incentivos fiscales se conceden a las empresas que declaran un compromiso pasado con la I+D y la innovación. En este sentido, no estimulan I+D *nueva*; premian la I+D que ya se ha producido, y las empresas son muy competentes en declarar como inversiones en I+D actividades que no tienen nada que ver con eso y que no llevan a invención e innovación. Véase la crítica a la política fiscal de la caja de patentes del capítulo 2.

[5] Economistas políticos contemporáneos tales como Chang (2008) y Reinert (2007), especializados en la historia de la política económica, hablan por supuesto del papel del Estado para promover un proceso de *catching-up* o actuar activamente de forma contracíclica. Aun así, están más en la línea de una visión del Estado no como un asumidor de riesgo empresarial (de primera instancia), sino como un emprendedor pasivo de último recurso.

[6] Joseph Schumpeter (1968) definía la «destrucción creativa» como el proceso a través del cual la innovación cambia el *statu quo*, de modo que permite que aumenten las cuotas de mercado de las empresas que introducen nuevos procesos y productos y reduce las de las empresas que se resisten al cambio.

1. DE LA IDEOLOGÍA DE CRISIS A LA DIVISIÓN DEL TRABAJO INNOVADOR

[1] A partir de este punto, «farmacéuticas» se referirá a las empresas farmacéuticas, y «grandes farmacéuticas» a las principales empresas farmacéuticas internacionales.

2. TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y CRECIMIENTO

[1] La inelasticidad de la inversión respecto a los impuestos es la razón de que la economía de la «oferta» al estilo de la década de 1980 tuviera escaso efecto sobre la inversión y, por tanto, sobre el PIB, y un gran efecto sobre la distribución de la renta (no hubo efecto *trickle-down* o «goteo»).

[2] Este ejemplo se refiere a la provocativa afirmación de Keynes de que: «Si la Tesorería se pusiera a llenar botellas viejas con billetes de banco, las enterrara a profundidad conveniente en minas de carbón abandonadas, que luego se cubrieran con escombros de la ciudad, y dejara a la iniciativa privada, de conformidad con los bien experimentados principios del *laissez-faire*, el cuidado de desenterrar de nuevo los billetes (por supuesto, obteniendo el derecho de hacerlo por medio de concesiones sobre el suelo donde se encuentran), no se necesitaría que hubiera más desocupación y, con ayuda de las repercusiones, el ingreso real de la comunidad y también su riqueza de capital probablemente rebasarían en buena medida su nivel actual» (1943, p. 119). Keynes se estaba refiriendo al hecho de que, en épocas de capacidad infrautilizada, incluso tales acciones en apariencia inútiles podían hacer que el motor económico siguiera funcionando. Sin embargo, el objetivo del presente libro es subrayar cómo el Estado, incluso en épocas de crecimiento como la década de 1990, ha mostrado una importante discrecionalidad en

su gasto, y ha incrementado los *animal spirits* del sector privado invirtiendo en áreas que este teme.

[3] De hecho, Hyman Minsky desarrolló la aplicación del análisis keynesiano a la teoría de las crisis económicas, con una comprensión adecuada de las finanzas en esta dinámica. Minsky (1992) se centró en la fragilidad *financiera* del capitalismo, subrayando la forma en que los mercados financieros provocan crisis. Las burbujas financieras son consecuencia de ciclos de expansión de crédito; las expectativas de crecimiento exageradas vienen seguidas por una retracción, lo que provoca que las burbujas estallen y los precios de los activos se hundan. Al igual que Keynes, creía que el Estado desempeñaba un papel crucial en la prevención de estos círculos viciosos y la estabilización del crecimiento.

[4] El énfasis en la heterogeneidad y los equilibrios múltiples exige optar por esta rama de la teoría, para no basarse en las estimaciones de agentes representativos (la empresa media) y el equilibrio único, tan apreciados entre los economistas neoclásicos. En lugar de utilizar el cálculo diferencial de la física newtoniana, se utilizan las matemáticas de la biología (tales como la dinámica del replicador de la distancia respecto a la media), que pueden tener en cuenta de forma explícita la heterogeneidad y la posibilidad de dependencia de la trayectoria y equilibrios múltiples. Véase M. Mazzucato, *Firm Size, Innovation and Market Structure: The Evolution of Market Concentration and Instability* (Northampton [Massachusetts]: Edward Elgar, 2000).

[5] Chalmers Johnson (1982) fue uno de los primeros autores que desarrollaron el concepto de «Estado desarrollista» en su análisis de la industrialización dirigida por el Estado en Japón. Johnson afirmaba que, en contraste con una orientación reguladora y (supuestamente) no intervencionista en Estados Unidos, el «Estado desarrollista» japonés intervino de manera directa en la economía, con una fuerte planificación promovida por una burocracia estatal relativamente independiente, que también promovió una intensa relación entre las empresas y el Gobierno, a través de la cual el apoyo, la protección y la disciplina gubernamentales se tradujeron en la creación de una élite privada dispuesta a asumir el control de las actividades de riesgo. Se pueden encontrar elaboraciones posteriores del concepto de «Estado desarrollista» en, entre otros, Wade (1990), Chang (1993), Evans (1995), Woo-Cumings (1999) y Chang y Evans (2000). En fechas recientes, y en contra de la visión original de Johnson (1982), Block (2008) ha demostrado la existencia de un Estado desarrollista, a menudo «oculto», en Estados Unidos, una visión parecida a la expuesta por Reinert (2007) y Chang (2008).

[6] Por no mencionar el efecto estadístico que entraña ser pequeño: una microempresa de un trabajador que contrata a un trabajador adicional tiene un incremento del 100 por ciento del empleo, mientras que una empresa de cien mil trabajadores que contrate a mil trabajadores más lo tiene «solo» del 1 por ciento. Aun así, es obvio cuál de estas dos empresas hipotéticas contribuye más a reducir la desocupación a nivel macroeconómico.

[7] Véase HMRC, *An Evaluation of R&D Tax Credits* (2011) como ejemplo de este hecho.

3. EL ESTADO QUE ASUME RIESGOS: DEL «REDUCIR EL RIESGO» AL «HACER QUE OCURRA»

[1] En numerosos ejemplos históricos, la teoría científica y las explicaciones han aparecido después de las tecnologías basadas en ellas. Los hermanos Wright volaron antes de que se desarrollara la aerodinámica, y la máquina de vapor ya era operativa antes de que se

comprendiera la termodinámica. La tecnología, a menudo, avanza un poco por delante de la ciencia, y la innovación industrial proporciona problemas que los académicos deben resolver. Véase P. Nightingale, «Technological Capabilities, Invisible Infrastructure and the Un-social Construction of Predictability: The Overlooked Fixed Costs of Useful Research», *Research Policy* 33, n. 9 (2004).

[2] También es importante advertir que, en Estados Unidos, parte de la financiación pública de la I+D se concede con la expectativa de que se complementará con fondos de las empresas, o se utiliza para atraer otra financiación, hecho que implica que gran parte de la I+D «privada» esté inducida por el sector público.

4. EL ESTADO EMPRENDEDOR ESTADOUNIDENSE

[1] Los estudios se refieren tanto a ARPA como a DARPA.

[2] Block utiliza este modelo para caracterizar su concepto de «Estado desarrollista en red», elaborado sobre el concepto de «Estado desarrollista» mencionado en la nota 5 del capítulo 2.

5. EL ESTADO DETRÁS DEL IPHONE

[1] En 1977, en el momento de la constitución, Ronald Wayne vendió su participación en la empresa a Jobs y Wozniak por 800 dólares.

[2] Cuando Apple salió a bolsa por primera vez en 1980, su oferta pública inicial atrajo más capital que ninguna otra oferta pública inicial desde Ford Motor Company en 1956. Creó más millonarios instantáneos (alrededor de 30) que ninguna otra empresa de la historia (Malone, 1999).

[3] En el momento en que las acciones de Apple se vendieron a niveles máximos, el 10 de abril de 2010, el aumento de las cotizaciones de las acciones elevó el valor de mercado global de la empresa hasta los 600.000 millones de dólares. Solo unas pocas compañías en Estados Unidos, tales como General Electric (600.000 millones de dólares en agosto de 2000) y Microsoft (619.000 millones de dólares el 30 de diciembre de 1999) han llegado a este increíble nivel de valoración (Svensson, 2012). En el momento de escribir este libro, el valor de mercado de Apple superaba (en términos nominales) el récord de su rival histórico Microsoft de 619.000 millones de dólares, ya que las acciones de Apple se vendían a un nuevo máximo de aproximadamente 700 dólares por acción, entre el 18 y el 19 de diciembre de 2012.

[4] *SPIN Transport electrONICS (SPINTRONICS)*, que en un primer momento se llamaba proyecto de «materiales y dispositivos magnéticos», era un consorcio público-privado. Estaba formado por la DARPA y los líderes de la industria, pero lo inició (y financió) la DARPA en 1995, con una inversión total del Gobierno de 100 millones de dólares a lo largo de su existencia.

[5] Los costes menores se hicieron visibles cuando el precio de un microchip para el Programa Apolo cayó de los 1.000 dólares la unidad a entre 20 y 30 dólares la unidad en solo un par de años (Breakthrough, 2010).

[6] Roland y Shiman (2002, p. 153) documentan el significativo progreso de Japón en el mercado global de microchips. Japón pasó de tener un 0 por ciento de cuota de mercado en la década de 1970, en comparación con el 100 por ciento de Estados Unidos, a controlar el 80 por ciento del mercado global en 1986.

[7] Durante una entrevista televisiva el 30 de abril de 2012, Tony Fadell, uno de los miembros del equipo de diseño del iPod original, reveló que el reto al que Apple se enfrentaba era encontrar una manera de sustituir los botones en el nuevo aparato. Disponible en: <http://www.theverge.com/2012/4/30/2988484/on-the-verge-005-tony-fadell-interview> (consultado el 12 de abril de 2013).

[8] Los *sensores capacitivos* son una tecnología que utiliza la capacidad del cuerpo humano para actuar como condensador y almacenar una carga eléctrica.

[9] Como experto en la tecnología de las pantallas multitáctiles de renombre mundial, Bill Buxton proporciona un extenso archivo de los dispositivos electrónicos con aplicaciones táctiles. La lista de los productos de Apple con el elemento de pantalla táctil puede encontrarse en la página <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/bibuxton/buxtoncollection/> (consultado el 12 de abril de 2013).

[10] Otros de los objetivos del nuevo proyecto de red eran: a) ahorrar costes informáticos, gracias a que los contratistas del gobierno de todo Estados Unidos podían compartir recursos informáticos, y b) avanzar la «vanguardia» de la comunicación de datos para permitir la transferencia de información entre máquinas en largas distancias. Un objetivo adicional c) consistía en promover la colaboración entre los investigadores contratados en diferentes lugares.

[11] El DoD estima que el desarrollo y funcionamiento del sistema le costó a las Fuerzas Aéreas 5.600 millones de dólares (del año 2000) entre 1973 y 2000 (DoD, 2011). Esta cifra no incluye el equipo de uso militar.

[12] Según un informe legislativo del estado de California de 2003 que evaluaba los resultados del programa de desgravaciones fiscales a la investigación y el desarrollo (RDD) de California, las pymes son las mayores solicitantes en términos de número de solicitudes (más del 60 por ciento de los solicitantes), mientras que las empresas más grandes representan la mayor parte de las solicitudes en términos de valor total (más del 60 por ciento del valor total de las solicitudes del programa RDC).

[13] La cuota de mercado de Apple del total de las compras informáticas educativas de las escuelas elementales e institutos de Estados Unidos alcanzó el 58 por ciento en 1994 (Flynn, 1995). Los educadores han aceptado la nueva «iniciativa de libro de texto» de Apple, que se espera que reduzca de manera significativa los precios de los libros al incrementar el uso de los libros de texto virtuales en las escuelas. Estos libros de texto virtuales requerirán utilizar un Apple, hecho que se espera que incremente las ventas del iPad de Apple en los próximos años.

[14] La sección 529 del Código de Impuestos Internos (el código fiscal de Estados Unidos) incluye ciertas ventajas fiscales, también conocidas como «programas de colegiatura cualificados» o «planes de ahorro universitario». Una enmienda legislativa de 2011 permitía a los padres y estudiantes utilizar los fondos de las cuentas de ahorro para ir a la universidad en comprar ordenadores, equipos informáticos y accesorios (incluyendo iPads). Ninguna de estas compras se consideraba antes un gasto escolar que permitiera retirar fondos de estas cuentas (Ebeling, 2011).

6. EJECUTAR FRENTE A ALENTAR LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL VERDE

[1] Los estados de Estados Unidos, por ejemplo, a menudo pueden «comerciar» con los créditos de energías renovables (REC), o los subsidios ambientales titularizados. Los REC permiten a los estados cumplir sus objetivos de renovables a través de la compra de REC, en lugar de hacerlo a través de un cambio en las infraestructuras energéticas. A pesar de que está bien cumplir los objetivos, no hay ninguna garantía de que se haga a través de cadenas de oferta o de empresas establecidas en el estado, dejando sobre la mesa muchos de los beneficios económicos de «volverse verde».

[2] Martinot (2013, p. 9) explica que los objetivos de desarrollo de renovables son una aproximación útil para analizar qué países están aplicando de forma más decidida una agenda de energías renovables y bajas emisiones de carbono: «Ciento veinte países tienen diversos tipos de objetivos de política respecto a las cuotas de energías renovables a largo plazo, incluyendo un objetivo obligatorio del 20 por ciento en la Unión Europea», mientras que países como «Dinamarca (100 por ciento) y Alemania (60 por ciento)» y China están yendo incluso más allá con una transición verde fijada para no más tarde que «2030 o 2050».

[3] Algunos ejemplos son los molinos, los molinos de agua, la navegación a vela y la quema de madera para generar calor o vapor. La energía animal es otra fuente de energía relevante utilizada por los humanos en el pasado, que contribuyó a la producción agrícola y proporcionó una de las principales formas de transporte.

[4] Otros países de la Unión Europea que parece que están avanzando son Finlandia, Francia, Dinamarca y Noruega, mientras que Irlanda y España parecen quedarse atrás en la promoción del desarrollo económico verde.

[5] China firmó el Protocolo de Kioto en 1998, y lo ratificó en 2002. Estados Unidos es el único país que lo ha firmado (en 1998) pero que no lo ha ratificado.

[6] El informe muestra que China recibe la mayor parte de la inversión, seguida de Estados Unidos. Por su parte, los países europeos luchan por equilibrar el compromiso financiero con el desarrollo de las tecnologías limpias con la gestión de los déficits nacionales.

[7] Entre las señales confusas que se lanzan están los repetidos cambios en las tarifas de alimentación, que han minado la confianza y el crecimiento de la industria solar, y la decisión de crear un banco de inversión verde, con capital limitado y sin capacidad para endeudarse hasta 2015.

[8] Uno de los asuntos candentes en la industria de la energía eólica era, por ejemplo, la caducidad de las desgravaciones fiscales a la producción. Se ha vuelto a extender para 2013 y se enfrentará de nuevo a la caducidad al final de ese año. Pese a que se introdujo en 1992, las frecuentes amenazas de caducidad de la desgravación fiscal a la producción ha contribuido a que se propaguen los ciclos de auge y depresión en el desarrollo de esta industria, en lugar de permitir que la desgravación actúe como un signo de compromiso de largo plazo con la energía eólica.

[9] Parece que se está dando prioridad a las innovaciones más incrementales, orientadas a la eficiencia energética, por encima de las revolucionarias tecnologías de los biocombustibles o de la tecnología solar avanzada. En el caso de las turbinas eólicas, el capital riesgo ha tendido a prestar oídos sordos a la tecnología en conjunto, lo cual sugiere que el capital riesgo no siempre identifica o se interesa por tecnologías que ya en 2012 se habían convertido en líderes del sector energético y en la primera opción para muchas naciones que están promoviendo el desarrollo de las energías renovables.

[10] Este apartado se basa en William Lazonick y Matt Hopkins, «There Went the Sun: Renewable Energy Needs Patient Capital», Huffingtonpost.com (2011). Disponible en http://www.huffingtonpost.com/williamlazonick/there-went-the-sun-renewa_b_978572.html (consultado el 12 de abril de 2013). (consultado el 12 de abril de 2013).

[11] Solyndra no fue la única empresa que fracasó cuando a la comunidad empresarial se le acabó la paciencia o la tolerancia al riesgo. Intel creó la *spin-off* Spectrawatt, su división de paneles solares, en 2008, e invirtió un capital inicial de 50 millones de dólares en la empresa. Entonces Spectrawatt se benefició de una financiación estatal y federal de 32 millones de dólares para facilitar su crecimiento en Nueva York. Spectrawatt esperaba empezar a producir células solares fotovoltaicas multi-C-Si en 2010 (Anderson, 2011). La empresa fracasó como consecuencia de una remesa de componentes defectuosos, el ascenso de importantes competidores chinos y la negativa de sus inversores a proporcionar otros 40 millones de dólares para continuar con las operaciones (Chu, 2011).

[12] Los problemas planteados por el capital impaciente que financia las empresas de tecnologías limpias en la economía estadounidense no son insalvables, pero la respuesta cínica de los políticos conservadores ha sido la H.R. 6213, o la «Ley No Más Solyndras», defendida por el congresista Fred Upton (Michigan) y otros 21 congresistas republicanos. La ley fue aprobada por el Congreso en septiembre de 2012, con un resultado de 245 a 161, pero todavía no ha ido más allá. Esta ley pretende terminar con el programa de garantía de préstamos del DoE, lo que acabaría con el apoyo futuro a este tipo de tecnologías limpias. Esta ley también hace caso omiso del fracaso de la comunidad empresarial para comprometer recursos en tecnologías limpias durante las pasadas décadas. La «investigación» sobre Solyndra, dirigida por los republicanos, se ha utilizado como justificación para atacar de forma más general las inversiones en tecnologías limpias, incluso a pesar de que el programa proporciona apoyo a plantas de energía nuclear, productores de automóviles o proyectos de energías renovables.

[13] En resumen, debería advertirse que hay otras agencias federales que inciden en la innovación energética en Estados Unidos. Una es el Departamento de Defensa (DoD), que destinará 10.000 millones de dólares anuales a las energías renovables hasta 2030 (Korosec, 2011). Al igual que la mayoría de las agencias federales, el DoD está comprometido con los estrictos requisitos de eficiencia energética y asignará recursos en diversos sectores de tecnologías limpias, tales como las energías solar, eólica e hidroeléctrica, los biocombustibles y el almacenamiento de energía. Un proyecto del DoD de 2.000 millones de dólares sobre paneles solares fotovoltaicos ya está en marcha en Fort Irwin, California (Proebstel y Wheelock, 2011). La Agencia de Logística de Defensa del DoD y la DARPA asignaron 100 millones de dólares del presupuesto de 3.000 millones de la agencia a varias aplicaciones militares de la energía limpia (Levine, 2009). El DoD es uno de los principales consumidores de energía del gobierno, gasta aproximadamente 4.000 millones de dólares anuales en recursos energéticos y tiene una superficie en metros cuadrados varias veces superior a la de todos los grandes almacenes Walmart del país. La influencia del DoD en el desarrollo y la penetración de muchas tecnologías tendrá un impacto de largo plazo en su éxito (véase serdp.org).

[14] Los bancos de desarrollo han concedido unos 40.000 millones de dólares entre 2007 y 2010 a la financiación de diversos proyectos de energías renovables. Las tecnologías eólica, solar y de biomasa han sido los principales benefactores de la financiación de los bancos de desarrollo en los últimos años y según el Consejo Global de la Energía Eólica los proyectos eólicos han sido los más importantes, con más del 50 por ciento de la financiación de los bancos de desarrollo en 2010.

[15] Por este motivo el Consejo Estadounidense de Innovación en Energía (AEIC) empezó a reclamar en 2010 que Estados Unidos triplicase sus gastos en tecnología limpia hasta los 16.000 millones anuales, con 1.000 millones adicionales para la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada-Energía (ARPA-E). Esto aliviaría el problema del «armario vacío» y permitiría que algunas de las economías más ricas del planeta pudieran escoger una tecnología para llevarla al mercado. Su afirmación de que el armario está vacío es dudosa, puesto que existen muchas tecnologías limpias que no requieren miles de millones en desarrollo adicional para formar parte de las soluciones energéticas de hoy. Pero las implicaciones están claras: la inversión privada se producirá si el gobierno asume el liderazgo. (Véase Lazonick, 2010b; 2012, p. 38).

7. LAS ENERGÍAS EÓLICA Y SOLAR: HISTORIAS DE ÉXITO DEL GOBIERNO Y TECNOLOGÍAS EN CRISIS

[1] Diversos factores contribuyeron al declive de las empresas estadounidenses. La caída de los precios de los combustibles fósiles durante la década de 1990 no ayudó a que las empresas de energías renovables pudieran sobrevivir. Los contratos de compra de energía negociados durante la década de 1980 con condiciones de precios favorables vencieron y dejaron a muchos productores expuestos a grandes reducciones en los ingresos obtenidos por la electricidad que vendían. En el caso de Kenetech, las pérdidas por garantías en las que incurrieron con su modelo más nuevo de turbina fueron sustanciales, y otras empresas se volvieron más vulnerables a causa de la incertidumbre generada por la decisión de liberalizar los mercados de producción de energía.

[2] Este punto de vista se olvida de varios hechos: 1) el hecho de que muchas empresas privadas grandes, que tenían competencias para trabajar en estos sectores de alta tecnología, fueron socios en este fracaso. Entre estas empresas hay gigantes como Lockheed Martin, General Electric, MAN, Westinghouse y Growian. Todas ellas actuaron como contratistas dentro de los programas estadounidense o alemán. 2) El papel que tiene la financiación impaciente, como por ejemplo en el caso del capital riesgo en la energía solar, en la aceleración del proceso de desarrollo tecnológico o su contribución a su fracaso. De hecho, la tecnología de las turbinas eólicas no se entendió de la manera adecuada y el incremento de la escala de los diseños de turbinas, en un intento de maximizar la productividad de la tecnología, debería haberse producido a un ritmo mucho más lento que el que se concibió en ese momento. De hecho, el Gobierno y las empresas privadas subestimaron el reto que tenían entre manos, a pesar de que los críticos tienden a centrarse en el fracaso del Gobierno y no en el de la financiación. Y 3) el fracaso es difícil de juzgar a menos que se disponga de los instrumentos apropiados para medir los efectos que tienen las inversiones, incluso cuando no hay un producto final. Estos proyectos internacionales crearon las redes de aprendizaje entre las empresas suministradoras de servicios públicos, la I+D gubernamental, la comunidad empresarial y las universidades.

[3] Por otra parte, tal como he expuesto en el capítulo 3, el Apple II, que operaba los primeros proyectos de Kenetech, no habría sido posible sin las inversiones del Estado.

[4] En 1956, Hoffman Electronics adquirió la patente original de los Laboratorios Bell a través de la adquisición de National Fabricated Products.

[5] La explicación de Suntech se basa en el trabajo de Matt Hopkins y Yin Li «The Rise of the Chinese Solar Photovoltaic Industry and its Impact on Competition and Innovation». Es

un trabajo para un libro que se publicará próximamente sobre los intentos de innovación en China, titulado *Is China Becoming an Innovation Nation?*

[6] En el momento de escribir este libro, Europa todavía dudaba acerca de los aranceles.

[7] La empresa 1366 Technologies desarrolló un equipo de producción de silicio multicristalino de bajo coste, con la ayuda del nuevo programa ARPA-E (analizado en el capítulo 6), que ha contribuido con cuatro millones de dólares para su desarrollo.

[8] Debería someterse a debate si el apoyo público a la innovación energética tiene que «entregarse» a empresas grandes que podrían haber hecho sus propias inversiones. Los subsidios deberían tener la finalidad de evitar que las nuevas empresas innovadoras «fracasen». Si el objetivo de la I+D gubernamental es promover la innovación, entonces no tiene sentido no examinar cómo puede mejorarse la competitividad de los potenciales productores. Además, a pesar de que en el pasado muchas empresas petroleras han contribuido a las innovaciones en tecnología solar fotovoltaica, no está claro por qué estarían dispuestas a cambiar a esta tecnología y abandonar las tecnologías que les reportan sus principales fuentes de ingresos. De hecho, debido a que los mercados de paneles solares fotovoltaicos se han vuelto más competitivos, los anteriores líderes como BP Solar se han retirado en lugar de seguir en la carrera.

8. RIESGOS Y BENEFICIOS: DE LAS MANZANAS PODRIDAS A LOS ECOSISTEMAS SIMBIÓTICOS

[1] El informe completo no está disponible para el público. Sin embargo, Apple compartió algunas de las conclusiones del informe a través de su página web. Están disponibles en <http://www.apple.com/about/job-creation/> (consultado el 12 de abril de 2013).

[2] Shapiro calcula un salario anual de 25.000 dólares para los trabajadores empleados en la distribución minorista en 2012, y Lazonick calcula un salario de 26.000 dólares para los empleados no cualificados en 2011. Para que sea consistente con la comparación con China que hizo Shapiro, los cálculos han utilizado las cifras de bonificaciones de 441 millones de dólares en 2011 y 411,5 millones en 2012, y la cifra de 26.000 dólares anuales para el salario de los trabajadores empleados en la venta minorista de Apple en Estados Unidos.

[3] En 2012 se desarrollaron una serie de cambios para aumentar los márgenes de beneficios de Apple en la venta minorista (una nueva fórmula para calcular el número de empleados, así como recortes en las horas de los turnos). A pesar de que los cambios también incluían un aumento de salarios para los trabajadores en la venta al detalle, Apple empezó a despedir a mucho personal casi recién contratado para compensar los costes adicionales de la subida salarial. Apple reconoció después que estos cambios eran un «error» y suprimió algunos de ellos. Véase Fiegberman (2012) y Haslam (2012).

[4] De hecho, las autoridades locales han aprobado paquetes impositivos especiales por valor de centenares de millones de dólares para que Apple estableciera operaciones de datos en lugares como Reno (Nevada), Austin (Texas), Maiden (Carolina del Norte) y Prineville (Oregón). Para más información sobre esta cuestión, véanse Sande (2012), Lee (2012) y Blodgett (2011).

[5] Un informe reciente (McIntyre *et al.*, 2011) revela que treinta de las mayores empresas estadounidenses prácticamente no pagan impuestos en Estados Unidos. General Electric es uno de los principales evasores de impuestos: no pagó nada ni en 2009 ni en 2010. De hecho, algunas empresas terminan el ejercicio con un saldo a su favor. El informe afirma

que General Electric tiene alrededor de mil empleados que organizan su explotación de las ventajas y refugios fiscales. Estos «saldos a su favor» distorsionan las motivaciones bajo las cuales operan las empresas. En una nota de prensa actualizada, la organización Citizens for Tax Justice (Ciudadanos a Favor de la Justicia Fiscal) reveló que el tipo impositivo efectivo de General Electric entre 2002 y 2011 había sido de solo el 1,8 por ciento, muy lejos del tipo impositivo oficial del impuesto de sociedades del 35,1 por ciento (Citizens for Tax Justice, 2012).

[6] El proyecto Producción en la Economía de la Innovación (PIE, por sus siglas en inglés) recurre a diferentes disciplinas (economía, ingeniería, ciencia política, gestión, biología y otras) para ilustrar cómo puede ampliarse la fortaleza de Estados Unidos en innovación, con el objetivo de crear nuevas capacidades productivas en una era de mayor competencia global. El 22 de febrero de 2013, los investigadores del PIE presentaron un avance de los resultados del proyecto, que aparecerán en dos libros que se publicarán el otoño de 2013: *Making in America: From Innovation to Market* y *Production in the Innovation Economy*. Los resultados y las citas de los siguientes párrafos están extraídos de este avance: Comisión PIE, *A Preview of the MIT Production in the Innovation Economy Report* (Cambridge [Massachusetts]: MIT Press, 2013).

9. SOCIALIZACIÓN DEL RIESGO Y PRIVATIZACIÓN DE LOS BENEFICIOS: ¿PUEDE EL ESTADO EMPRENDEDOR COMER TAMBIÉN DE SU TARTA?

[1] <http://www.taxresearch.org.uk/Documents/FAQ1TaxGap.pdf> (consultado el 1 de marzo de 2013).

APÉNDICE

[1] Este programa de Reino Unido, creado por el Comité de Estrategia Tecnológica de Reino Unido (véase más adelante), que tiene como objetivo la financiación para pequeñas y medianas empresas, se diseñó a partir del SBIR de Estados Unidos, explicado en el capítulo 4.

[2] El Comité de Estrategia Tecnológica es una agencia de innovación del gobierno británico. <https://www.innovateuk.org/>.

Notas al pie

^[*] Referencia al cuento «La carta robada», de Edgar Allan Poe. (*N. de la T.*)

[*] Informe que exige la Comisión de Bolsa y Valores de Estados Unidos (SEC por sus siglas en inglés) a las empresas, en el que deben facilitar un resumen exhaustivo de los resultados financieros de la compañía. (*N. de la T.*)

[*] La financiación semilla (*seedcorn*) es un mecanismo de financiación del Departamento de Alimentos, Agricultura y Asuntos Rurales de Reino Unido. (*N. de la T.*)

[*] En castellano, «América COMPITE». Acrónimo en inglés de «Creando Oportunidades para promover de forma significativa la Excelencia en Tecnología, Educación y Ciencia». (*N. de la T.*)

[*] El gabinete en la sombra está integrado por los miembros de la oposición, que forman un gabinete alternativo al que está en el Gobierno. (*N. de la T.*)

[*] Departamento del Gobierno británico encargado de apoyar al primer ministro y al Gobierno. (*N. de la T.*)



Título original: *The Entrepreneurial State*

Primera edición: noviembre de 2022

© 2015, 2018, Mariana Mazzucato

Todos los derechos reservados

© 2022, Penguin Random House Grupo Editorial, S. A. U.

Travessera de Gràcia, 47-49. 08021 Barcelona

© 2014, 2019, Javier Sanjulián Arrupe y Anna Solé del Barrio, por la traducción

Diseño de portada: Penguin Random House Grupo Editorial a partir del diseño original de Jim Stoddart para Penguin

Penguin Random House Grupo Editorial apoya la protección del copyright.

El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva.

Gracias por comprar una edición autorizada de este libro y por respetar las leyes del copyright al no reproducir, escanear ni distribuir ninguna parte de esta obra por ningún medio sin permiso.

Al hacerlo está respaldando a los autores y permitiendo que PRHGE continúe publicando libros para todos los lectores. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, <http://www.cedro.org>) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

ISBN: 978-84-306-2553-6

Compuesto en MT Color & Diseño, S.L.

www.mtcolor.es

Facebook: penguinebooks

Facebook: tauruseditorial

Twitter: @tauruseditorial

Instagram: @ penguinlibros

Youtube: penguinlibros

La piedra angular de la obra de Mazzucato, uno de los libros de economía más importantes de las últimas décadas, un llamamiento a transformar nuestra visión del Estado. «Lean este libro. Desafiará su manera de pensar.»



Suele pensarse que es mejor dejar la innovación en manos de los empresarios dinámicos del sector privado, y que el Estado (ese ente anquilosado) debería mantenerse al margen. En *El Estado emprendedor*, su libro más emblemático, Mariana Mazzucato desmonta este falso mito para demostrar que el Estado, lejos de limitarse a intervenir en el mercado para subsanar posibles errores o

abusos, es en realidad la organización más audaz del mercado, capaz de asumir las inversiones de mayor riesgo, y un facilitador clave de las innovaciones tecnológicas que impulsan el crecimiento económico.

Con numerosos ejemplos, Mazzucato explica cómo, sin el papel crucial de los fondos públicos, el iPhone no sería tan inteligente, ni habrían tenido lugar muchos de los más importantes avances farmacéuticos o en las energías renovables. El sector privado solo encuentra el coraje para invertir después de que un Estado emprendedor haya realizado las inversiones de alto riesgo, y los «genios de la innovación», tan dados a las quejas por las trabas administrativas y fiscales, son en realidad beneficiarios privilegiados de las inversiones públicas en el desarrollo de nuevas tecnologías.

Al no admitir el verdadero papel del Estado, hemos terminado creando un «sistema de innovación» en el que el sector público socializa los riesgos mientras las recompensas se privatizan. Mazzucato propone ideas para cambiar esta dinámica disfuncional, reformulando los parámetros del tradicional debate Estado versus sector privado de manera que ambas partes resulten beneficiadas.

Reseñas: «Una obra brillante.»

Financial Times

«Uno de los libros sobre economía más incisivos de los últimos años.»

New York Review of Books

Sobre *Misión economía* se dijo: «Su propuesta es tan amplia como poco habitual: un nuevo relato convincente sobre cómo crear un futuro deseable.»

The New York Times

«Su defensa de un nuevo enfoque es abrumadora. Nos contagia con el tipo de visión, ambición e imaginación que tan desesperadamente necesitamos hoy.»

The Guardian

«Una visión oportuna y optimista. Aunque presenta sus argumentos de manera tan clara que pueden parecer obvios, lo cierto es que son revolucionarios.»

Nature

«Mazzucato sostiene que las sociedades deben abjurar de ideologías agotadas y adoptar el enfoque político que llevó a los astronautas en la Luna. Convincente y fascinante.»

The Economist

Mariana Mazzucato es catedrática en Economía de la Innovación y Valor Público en el University College de Londres (UCL), donde fundó y dirige el Institute for Innovation and Public Purpose. Ha sido galardonada con el New Statesman SPERI Prize en Economía Política en 2014, el Hans-Matthöfer-Preis en 2015 y el Premi Leontief Prize for Advancing the Frontiers of Economic Thought. Uno de los tres más importantes pensadores en temas de innovación según *The New Republic*, asesora a políticos alrededor del mundo sobre crecimiento inteligente, inclusivo y sostenible. Es autora del aclamado libro *El Estado emprendedor*.

«Para viajar lejos no hay mejor nave que un libro».

EMILY DICKINSON

Gracias por tu lectura de este libro.

En **penguinlibros.club** encontrarás las mejores
recomendaciones de lectura.

Únete a nuestra comunidad y viaja con nosotros.



penguinlibros.club



Penguin
Random House
Grupo Editorial

   penguinlibros

ÍNDICE

[El Estado emprendedor](#)

[Prólogo a la edición de 2019. Redescubrir la creación de riqueza pública](#)

[Introducción. Volver a pensar en grande](#)

[1. De la ideología de crisis a la división del trabajo innovador](#)

[2. Tecnología, innovación y crecimiento](#)

[3. El Estado que asume riesgos: del «reducir el riesgo» al «hacer que ocurra»](#)

[4. El Estado emprendedor estadounidense](#)

[5. El Estado detrás del iPhone](#)

[6. Ejecutar frente a alentar la revolución industrial verde](#)

[7. Las energías eólica y solar: historias de éxito del Gobierno y tecnologías en crisis](#)

[8. Riesgos y beneficios: de las manzanas podridas a los ecosistemas simbióticos](#)

[9. Socialización del riesgo y privatización de los beneficios: ¿puede el Estado emprendedor comer también de su tarta?](#)

[10. Conclusiones](#)

[Apéndice](#)

[Bibliografía](#)

[Agradecimientos](#)

[Lista de tablas y gráficos](#)

[Lista de siglas y acrónimos](#)

[Notas](#)

[Notas al pie](#)

[Créditos](#)

[Sobre este libro](#)

[Sobre Mariana Mazzucato](#)