



VIGENCIA DE LA TEORÍA EVOLUCIONISTA DE LA INNOVACIÓN

ENSEÑANZAS PARA LAS NUEVAS POLÍTICAS TRANSFORMADORAS

José Molero Zayas



VIGENCIA DE LA TEORÍA EVOLUCIONISTA DE LA INNOVACIÓN

ENSEÑANZAS PARA LAS NUEVAS POLÍTICAS TRANSFORMADORAS

JOSÉ MOLERO ZAYAS

Catedrático emérito

Universidad Complutense de Madrid

Con la colaboración de:

Santiago López García (Universidad de Salamanca)

Ana Fernández Zubieta (Universidad Complutense de Madrid)

Índice

Biografía	5
Nota de agradecimientos	7
Reconocimiento del Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI)	9
Reconocimiento del Foro de Empresas Innovadoras (FEI)	12
Prólogo	14
Primera parte: Origen y desarrollo de un enfoque transformador	19
Capítulo I: La razón de ser del libro	20
Capítulo II. Génesis y consolidación del enfoque transformador: la formación de un pensamiento estructural	24
Capítulo III. Revisión de los estudios de desarrollo. ¿Hay algo útil para los estudios de innovación?	40
Segunda parte: Siete temas para reflexionar	55
Capítulo I: La necesidad de comprender adecuadamente el cambio tecnológico: las aportaciones señeras de C. Freeman en La teoría económica de la innovación industrial (1975)	57
Capítulo II. La dinámica del cambio tecnológico	66
Capítulo III. De los factores determinantes a la diversidad: la taxonomía como paso esencial	80
Capítulo IV. El sistema sectorial base para innovar	92
Capítulo V. Desentrañando el proceso de globalización de la tecnología	100
Capítulo VI. De las políticas científicas y tecnológicas a las políticas de sistema y orientadas a los retos de la sociedad	108
Capítulo VII. Las capacidades tecnológicas y sociales en el desarrollo	117
Tercera parte: Reflexiones para afrontar los nuevos retos de la economía y la sociedad	127
Epílogo	135
Comentarios	139

Biografía



Licenciado en Ciencias Económicas por la UCM en 1973 y doctor en Economía por la misma universidad en 1979. Cuenta con seis sexenios de investigación reconocidos.

Es miembro de la Academia Europea de Ciencias y Artes y del Real Colegio Libre de Eméritos. Ha sido galardonado con el Premio Fermina Orduña de la Comunidad de Madrid a la innovación tecnológica en reconocimiento a su trayectoria profesional (2023).

Es catedrático emérito de Economía Aplicada de la UCM desde el 1 de octubre de 2020. Ha sido director del ICEI, vicerrector de Tercer Ciclo de la UCM y director de la Cátedra Extraordinaria en Estudios de Innovación, creada mediante convenio entre la UCM y el FEI, entidad de la que es vicepresidente. También coordinador del programa de doctorado interuniversitario en Economía y Gestión de la Innovación (UCM, UAM y UPM) y director del grupo de investigación en Economía y Política de la Innovación de la UCM. Asimismo, ha ejercido como vicepresidente del Equipo de especialistas en Políticas de Innovación y Competitividad de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas y ha sido miembro del Grupo de Trabajo Multidisciplinar del Ministerio de Ciencia e Innovación.

Ha participado en más de 70 proyectos de investigación, actuando como investigador principal en 46 de ellos. De estos proyectos, 53 han sido financiados por instituciones públicas y privadas españolas y 19 por instituciones internacionales, principalmente por la Unión Europea.

Nota de agradecimientos

El libro pasa revista a múltiples conceptos y desarrollos aprendidos y utilizados a largo de muchos años de trabajo con personas y entidades. Para abreviar he adoptado la solución de ceñir los agradecimientos, primero, a quienes han ayudado a la gestación y desarrollo del texto tal y como aquí se presenta y, segundo, a las personas y entidades que más influencia han tenido en mi proceso de maduración teórica y empírica.

En cuanto a la elaboración del libro de manera directa, tengo que comenzar por las dos instituciones que lo apadrinan: el Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI) de la UCM y el Foro de Empresas Innovadoras (FEI). En ambas he desarrollado la mayor parte de mi trabajo desde principios del presente siglo. El apoyo recibido en los últimos meses ha sido definitivo para que el libro salga a la luz y pase de proyecto a realidad. Quiero personificar este agradecimiento en la figura del director del ICEI, Antonio Jesús Sánchez Fuentes, y en la presidenta del FEI, Carmen Vela.

Desde el punto de vista del contenido y estructura, el reconocimiento es enorme a dos compañeros y amigos: Santiago López, de la Universidad de Salamanca y Ana Fernández Zubieta, de la UCM. Sus pacientes lecturas de varios borradores y sus agudos comentarios me han permitido centrar mejor el cómo y para quien del libro. Un abrazo Santi y Ana.

No puedo dejar de citar a cinco personas que, tras leerse el libro, han tenido la gentileza de enriquecerlo con sus comentarios. Daniele Archibugi – compañero en muchas batallas intelectuales- con su prólogo y Paco Marín - mi “alter ego”- con su epílogo, dan mayor relieve a partes esenciales del libro desde la investigación y desarrollo teórico a la praxis empresarial en el terreno de la innovación.

Junto a ellas, otras tres personas “representan” los espacios de cooperación que han acompañado mi trabajo intelectual. Primero, Paloma Sánchez, como señora representante de los economistas españoles que ha compartido conmigo la tarea de poner en un lugar importante los estudios de la economía de la innovación en nuestro país. Segundo, Vitor Corado Simoes, quien desde la Universidad de Lisboa resume mi interacción con autores

y entidades europeas. Ha sido y es uno de los autores más brillantes que conozco en el análisis de la innovación y en el diseño de políticas públicas. Después Jorge Katz, en quien quiero ejemplificar mi deuda con otros muchos autores de América Latina. Muchas gracias, Paloma, Vitor y Jorge.

Toca ahora mencionar algunas personas e instituciones que han sido esenciales en mi trabajo académico sobre la economía de la innovación. En primer lugar, Paloma Sánchez y Antonio Hidalgo con quienes compartí esfuerzos e ilusiones para poner en marcha el Máster y Doctorado Interuniversitarios en Economía y Gestión de la Innovación que todavía sigue con alto grado de aceptación y reputación.

Fuera de España ha sido esencial la relación con la SPRU de la Universidad de Sussex. En ella fue primordial la relación con Keith Pavitt, agudo pensador en el que me sigo mirando y gran persona. Por eso le concedimos el doctorado Honoris Causa de la UCM y yo tuve la fortuna de actuar como padrino. De ahí surgieron otras derivadas hacia Manchester, Reading, Maastricht, Milán, Roma, Fraunhofer, Estocolmo, Lisboa, Budapest....

Quiero terminar estos agradecimientos mencionando algunas instituciones que han sido importantísimas para conocer mejor los entresijos del sistema de innovación. Aquí entran, El CDTI, el Parque Científico de Madrid, El Club Español de la Energía, AMETIC, la Comunidad de Madrid y el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

Pero sobre todo el Foro de Empresas Innovadoras cuya idea se nos ocurrió a unos “locos por la Innovación”. Paco Marín, Jaime Laviña, Toni Carvajal, José Luis González, José María Insenser y Armando Guerra, fueron clave en que aquella osadía siga hoy viva y con más fuerza que nunca.

Reconocimiento del Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI)

Antonio Jesús Sánchez Fuentes

Director del ICEI

En nombre del ICEI de la UCM, queremos rendir homenaje en este escrito al profesor José Molero Zayas, catedrático emérito de Estructura Económica y Economía Industrial de la UCM, por su excepcional contribución académica y profesional en el ámbito de la economía de la innovación.

Nos parece además una obligación en la medida que nuestro Instituto ha constituido una de las plataformas académicas clave a lo largo de su trayectoria. Ésta comienza en la UCM, donde obtiene la Licenciatura en Economía en 1973 y el Doctorado en 1979.

Desde sus primeros trabajos, orienta su investigación hacia la economía industrial y el cambio tecnológico, áreas en las que se convertirá en un referente nacional e internacional. Durante las décadas de 1980 y 1990 participa en proyectos europeos pioneros sobre integración económica, competitividad y sistemas de innovación, consolidando una línea de investigación que marcará la agenda académica de quienes trabajaban esta área en España, tanto a nivel puramente académico como a nivel institucional.

En 1996 asume la dirección del Departamento de Economía Aplicada de la UCM, impulsando la investigación aplicada y la formación en economía industrial. Un año más tarde contribuye decisivamente a la creación del ICEI, del que será director también entre 1999 y 2001. Su liderazgo en esta etapa inicial resulta clave para consolidar nuestro

Instituto como un centro de referencia nacional e internacional en estudios económicos y de innovación.

A partir del año 2000, su compromiso con la transferencia de conocimiento se traduce en iniciativas pioneras como el Vivero Virtual de Empresas de la Comunidad de Madrid y la Oficina Complutense de Creación de Empresas, que abren camino al emprendimiento universitario. Entre 2001 y 2003 ejerce como vicerrector de la UCM para Estudios de Postgrado y Formación Continua, reforzando la conexión entre universidad y sociedad. Su influencia se extiende también al ámbito internacional, como vicepresidente del Team of Specialists on Innovation and Competitiveness Policies de la ONU, contribuyendo a la definición de políticas globales de innovación.

En los últimos años, su papel predominante en el Foro de Empresas Innovadoras ha fortalecido la colaboración público-privada en innovación, una relación estratégica que ha servido de puente entre el ICEI y el tejido empresarial. Basta mencionar la Cátedra CESIN sobre Estudios de la Innovación que salió exitosamente adelante en un periodo convulso (2019-2023), financiada por el FEI y adscrita al ICEI. Asimismo, esta labor se complementa con su participación en el Patronato del Parque Científico de Madrid y en comités internacionales de evaluación de políticas de innovación.

Finalmente, la relevancia de su trabajo ha sido reconocida con importantes distinciones a lo largo de su trayectoria. Entre los más recientes, en 2023 la Comunidad de Madrid le otorgó el Premio Fermina Orduña a la innovación tecnológica, en reconocimiento a su dedicación a la investigación y la transferencia de conocimiento. La UCM además le concedió el Premio a la Excelencia en Transferencia de Tecnología y Conocimiento en la modalidad de Ciencias Sociales y Humanidades, por su destacada labor en la transferencia de resultados de investigación a la sociedad y al sector productivo. Su prestigio internacional se consolidó también con su nombramiento como miembro de la European Academy of Sciences and Arts, dentro de la Clase V dedicada a las Ciencias Sociales, Derecho y Economía.

En resumen, si bien “las personas pasan, las instituciones permanecen”, como dijo Jean Monnet, esta permanencia no nos exime de sentir la responsabilidad —y el reto— de dar continuidad a tantas iniciativas que llevan su impronta, ni de reconocer el vacío que deja su progresivo retiro profesional. Gracias, profesor Molero, por tu legado, por su generosidad y por haber contribuido a conformar el ICEI como un proyecto vivo y abierto al futuro.

Reconocimiento del Foro de Empresas Innovadoras (FEI)

Carmen Vela Olmo

Presidenta del FEI

Me satisface enormemente, en nombre del FEI, dedicar unas breves palabras en este libro del Prof. José Molero.

Para que Uds. entiendan lo que para el Foro significa el Prof. Molero, solo puedo decir que no habría FEI sin el Profesor Molero... tan sencillo, tan rotundo y créanme que no exagero lo más mínimo.

En estas fechas en las que los términos innovación, colaboración y otros análogos salpican los discursos, que el Nobel de Economía se concentra en la economía de la innovación, que los informes más relevantes Letta, Draghi, Heitor ponen con letras mayúsculas la innovación como motor de futuro, cabe preguntarse quién y cómo ya los utilizó cuando nadie o muy pocos los mencionaban y sobre todo sabían lo que estos términos contenían.

Ese quien era el Prof. Molero, ese como era el FEI.

No voy a entrar yo en el desglose de la extraordinaria carrera académica del profesor, mi colega director del ICEI la ha desglosado de manera imponente y eso que no es sencillo plasmar en el papel la importancia y la impronta del Prof. Molero en las actividades de su larga trayectoria profesional. Me centraré solamente en sus esfuerzos ímprobos de apoyar y fortalecer la colaboración público-privada, el emprendimiento universitario o en los parques científicos. Muchas de estas iniciativas se han beneficiado del profundo conocimiento del Prof. Molero sobre el que ha construido una serie de realidades que van más allá de las palabras.

Y en este “más allá” surge el FEI. Un colectivo iniciado por el Prof. Molero en el que con los años nos hemos ido agrupando una serie de empresas, instituciones y profesionales con el solo objetivo de hacer que la innovación y el cambio tecnológico sean más que bonitas palabras y se conviertan en motor de crecimiento, competitividad, desarrollo sostenible.

Hace ya más de 20 años que siguiendo las recomendaciones del Prof. Molero dedicamos nuestras energías a crear espacios de encuentro, colaboración y reflexión.

Él ha sabido, como nadie, unir la reflexión académica con la práctica real, entiende y define las múltiples maneras “de hacer” innovación y cambios tecnológicos y por tanto las diversas aproximaciones que las administraciones deben implementar en sus políticas públicas.

No olvida los temas sociales tan esenciales y vinculados a la buena innovación o innovaciones y define espacios de interacción entre las academias, las empresas, las instituciones con un concepto de entendimiento y voluntad de cambio encomiables.

En definitiva, nuestro autor y querido Prof. Don José Molero nos compromete en este libro a través de claros marcos conceptuales a seguir pensando y repensando en la innovación y el cambio tecnológico en un entorno lo más amplio posible y por tanto colaborador e integrador.

Termino como empecé, no habría FEI sin el Prof. Molero y por eso, dando voz y texto en esta carta a aquellas personas que constituimos el Foro, gracias Pepe por todo lo hecho y por todo lo que queda por hacer.

Prólogo

Daniele Archibugi

Birkbeck Business School-University of London

Hoy en día, existe una conciencia generalizada de que la prosperidad económica y social está vinculada a la aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación. A nivel macroeconómico, las naciones ricas son las que más invierten en investigación y desarrollo. Si bien algunos países se han centrado tradicionalmente más en la ciencia y la tecnología, hemos visto cómo otros han aumentado significativamente sus esfuerzos para ponerse al día, lo que a menudo impulsa su éxito económico. A nivel microeconómico, algunas empresas se han convertido rápidamente en gigantes mediante la introducción de nuevos productos, procesos y servicios en el mercado. Si examinamos las empresas líderes de hoy en día en términos de capitalización de mercado, encontraremos que también están a la vanguardia de los esfuerzos innovadores.

José Molero, en este libro, señala acertadamente la "fascinación por la innovación". Sin embargo, como suele ser el caso, ¿podemos separar lo real de lo imaginario? Sabemos muy bien que los valores de mercado se basan en expectativas, que distan mucho de ser totalmente racionales.

Puede ser sorprendente para la generación más joven, pero el papel crucial de la innovación solo ha comenzado a reconocerse dentro de la economía hace relativamente poco, tal vez no hace más de 40 años. Durante demasiado tiempo, se asumió que el aumento de factores económicos como el trabajo y el capital sería suficiente para impulsar

el crecimiento. Como resultado, el avance económico se atribuyó principalmente al crecimiento de la productividad más que a la introducción de productos, procesos y servicios nuevos y mejorados. Una vez que se produjo este cambio en la comprensión, parecía obvio que la implicación para las políticas públicas y la estrategia empresarial debería ser invertir más en ciencia y tecnología, ya que los beneficios llegarían naturalmente.

Pero la realidad no ha sido tan amable con esta conclusión simplista. Si bien la aplicación del conocimiento en la sociedad ha abordado muchos problemas, no los ha resuelto todos. Richard Nelson, una figura clave en la economía de la innovación, señaló una paradoja: si bien logramos hazañas notables, como el alunizaje en 1969, se ha avanzado mucho menos en la solución de problemas sociales apremiantes, como los guetos urbanos o la desigualdad de ingresos (Nelson, 1977). A la luz de esto, es ciertamente útil, como lo hace Molero en este texto, revisar algunas de las ideas desarrolladas e intentar aplicarlas.

José Molero ofrece un recuento conciso y estimulante de lo que el campo de la economía de la innovación ha logrado en el último medio siglo. No es solo un observador externo: Molero ha sido un miembro integral de esta comunidad desde el principio. No solo ha contribuido a la literatura, sino que también ha desempeñado un papel clave en la facilitación de intercambios entre académicos e instituciones de todo el mundo. Por lo tanto, está en la mejor posición para reflexionar sobre el pasado y proporcionar una visión general que responda a la pregunta fundamental: ¿qué hemos aprendido?

Al leer el libro, he identificado cuatro lecciones clave.

La primera es que la innovación debe entenderse dentro del marco más amplio de la estrategia de desarrollo a largo plazo. De hecho, la innovación es quizás el motor de cambio más importante. Para explicar el ascenso de China como una gran potencia

económica en la actualidad, debemos considerar el gran esfuerzo que la nación ha invertido en ciencia, tecnología y educación. Si bien el desarrollo económico de China tiene sus propias características únicas, comparte muchas similitudes con transformaciones históricas anteriores: cuando el Reino Unido lideró la Revolución Industrial, cuando Alemania y luego Estados Unidos desafiaron el dominio británico y cuando Japón impugnó la supremacía estadounidense. Molero ofrece una perspectiva privilegiada sobre este tema, especialmente por su familiaridad con los países latinoamericanos. Este continente estaba rezagado con respecto a Occidente y, para tener éxito, no solo necesitaba imitar las estrategias desarrolladas en Silicon Valley, sino encontrar su propio camino adaptando tecnologías extranjeras y cultivando su propia experiencia.

La segunda lección es que no existe un modelo único para la innovación. Las fuentes y perspectivas de la innovación varían de un sector a otro, y cada uno de ellos requiere aportaciones adaptadas tanto del sector público como del privado. La conclusión clara es que la innovación no se limita a una parte de la economía; debería ser una preocupación para todos los sectores, aunque de diferentes maneras. Si no se reconoce esto, se corre el riesgo de crear una nueva economía dualista, con un sector dinámico y autónomo que no ofrece sus beneficios al resto de la sociedad.

La tercera lección se refiere al proceso vertiginoso de la integración internacional. Sabemos que un pequeño número de grandes corporaciones representan una parte desproporcionada del comercio, la producción y la innovación internacionales (Cantwell y Molero, 2003). Su poder es tan inmenso que a menudo tienen más recursos que muchas naciones pequeñas e incluso medianas, lo que les permite influir no solo en la economía, sino también en la vida social y política de los países. Parece poco probable que estas corporaciones acepten fácilmente poderes políticos que imponen límites a su alcance

global a través de aranceles y restricciones comerciales. Si bien estas empresas a menudo han desempeñado un papel clave en la difusión de conocimientos y experiencia entre los países, no necesariamente garantizan el acceso para todas las regiones. La pregunta fundamental es: ¿cómo podemos abrir canales para garantizar que el conocimiento sea accesible para todos? La crisis de la COVID-19 ha puesto claramente de manifiesto la necesidad de abordar este problema y que la falta de gobernanza mundial puede tener graves consecuencias.

La cuarta y última lección se refiere a las políticas de innovación. Como dice el refrán, "una golondrina no hace verano", y lo mismo se aplica a las políticas de innovación. Para ser eficaces, las políticas de innovación deben integrarse en un ecosistema complejo. Deben ser inclusivas, dar certidumbre a las partes interesadas y mantenerse al menos a mediano plazo. En otras palabras, las políticas de innovación no son para aficionados. Si hemos aprendido por qué Asia Oriental ha tenido éxito y América Latina ha sido menos eficaz a la hora de ponerse al día, debemos reconocer que las políticas innovadoras requieren no sólo recursos, sino también paciencia y persistencia.

Se están produciendo grandes transformaciones. El texto de Molero nos ayuda a comprender mejor no solo lo que hemos aprendido del pasado, sino también cómo actuar en un mundo cada vez más complejo. Leerlo aumentará el apetito por saber más sobre este fascinante tema y posiblemente también por actuar.

Referencias

Cantwell, J., & Molero, J. (Eds.). (2003). *Multinational Enterprises, Innovative Strategies, and Systems of Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar.

Nelson, R. (1977). *The Moon and the Ghetto: An Essay on Policy Analysis*. New York: W.W. Norton.

Primera parte: Origen y desarrollo de un enfoque transformador

Capítulo I: La razón de ser del libro

Existe en estos momentos una “fascinación por la innovación”, que hace que en todos los foros públicos y privados la innovación sea un término profusamente empleado para referirse casi a cualquier situación o problema desde las soluciones a las dificultades derivadas de la pandemia hasta la organización de viajes, pasando por los desafíos de la industria del automóvil o los problemas derivados del uso y de abuso de los plásticos. Parafraseando al Quijote parece que estemos ante un nuevo “bálsamo de fierabrás” que todo lo remedia.

Lejos de mí, que llevo muchísimos años dedicados al estudio del cambio tecnológico y la innovación, negar precisamente su importancia. Lo que me preocupa es la superficialidad que domina en muchas de las opiniones y debates e incluso en actuaciones de políticas públicas o iniciativas privadas. Cuando todo es innovación es lo mismo que negar cuál es su carácter diferencial frente a las actividades económicas y sociales cotidianas. En otras palabras, la innovación es algo más que la gestión empresarial, aunque forme parte de ella. En el mismo sentido puede advertirse del riesgo de tomar el concepto de innovación desvinculado de sus profundas raíces económicas y sociales que le confieren su verdadera trascendencia. El objetivo genérico de este libro es arrojar alguna luz sobre la incomprensión de la innovación y así orientar de alguna manera las opciones y el camino a seguir.

La fórmula por la que se apuesta es poco común: se trata de volver la vista a algunas de las aportaciones fundamentales que desde hace varias décadas han contribuido a desarrollar un nuevo campo de análisis bajo el nombre del cambio tecnológico o, más genéricamente, los estudios de la innovación. El propósito es buscar ideas básicas, rigurosamente elaboradas, aún hoy novedosas, para desde ellas iluminar el futuro de la innovación tecnológica y las políticas públicas a este fin orientadas.

Una de las aportaciones consiste en dedicar una mirada especial a algunos de los autores y textos que más se han significado y más me han influido. No se trata de un análisis exhaustivo de la literatura, sino del seleccionar ideas y autores que en mi experiencia han sido muy importantes para entender el cambio tecnológico y que siguen teniendo unas capacidades analíticas y prospectivas singulares.

En todo este proceso han tenido una influencia decisiva la confluencia de varias corrientes analíticas: dos relacionadas con los estudios del desarrollo económico, otra directamente centrada en el análisis del cambio tecnológico y la innovación.

Por lo que se refiere a los estudios del desarrollo se establece una doble conexión internacional: la referida a los estudios del desarrollo en Europa y el conocido como “enfoque de la dependencia”, elaborado básicamente por autores e instituciones latinoamericanas. En el primer caso, lo esencial fue la colaboración con el Institute of Development Studies (IDS) de la Universidad de Sussex y muy especialmente con su director y “alma mater”, mi admirado Dudley Seers. Además del profesor Seers, conocí a algunos de los más importantes autores de los estudios del desarrollo, empezando por Hans Singer, principal exponente, junto con Raul Prebisch, de la teoría Centro-Periferia en la explicación de la polaridad del desarrollo internacional y continuando por otros casos europeos singulares como Mandelbaum.

Con el propósito de entender mejor los problemas estructurales del desarrollo de la economía española, había iniciado una relación cada vez más profunda con pensadores latinoamericanos, vinculados a la corriente estructuralista. Esta relación se reforzó con la estancia en el IDS pues, en los años 1980, había una importante cantidad de pensadores de América Latina trabajando en el Reino Unido como consecuencia de la situación de dictadura en bastantes países de Latinoamérica; algunos de ellos en el propio IDS, otros en otras instituciones académicas británicas. Además, desde esas instituciones,

singularmente los institutos de “estudios del desarrollo” que florecieron en aquella época, se invitaba regularmente a importantes autores; todo eso hizo posible que desde el IDS se establecieran contactos de una calidad extraordinaria. De este segundo vínculo, saqué enseñanzas valiosísimas de autores como Raúl Prebish, Osvaldo Sunkel, Fernando Henrique Cardoso, Celso Furtado, Jorge Katz o Aníbal Pinto.

Trabajar con la corriente del análisis del cambio tecnológico y la innovación fue también posible gracias al IDS, pues éste tenía las mejores relaciones con otra institución señera de la Universidad de Sussex; la Science Policy Research Unit (SPRU). Desde el punto de vista científico e institucional, el caso de la SPRU de la Universidad de Sussex es único por su influencia en el desarrollo de los nuevos conceptos y los estudios empíricos que los respaldan; en palabras de Soete, estamos ante un “cambio transformador” que generó una “escuela invisible” en muchísimos países y ha influido en notables instituciones nacionales e internacionales (Soete, 2019). La SPRU no se entiende sin el papel de su “alma mater”, Christopher Freeman, al que hay que añadir tantos y tantos nombres como Keith Pavitt, Roy Rothwell, Pari Patel, Ben Martin, Margaret Sharp, Giovanni Dosi, etc. Pero su influencia no sería tan importante sin la interacción con otros centros europeos (Manchester, Maastricht, Milán) y americanos (Columbia, Yale, Stanford) y sin las relaciones fructíferas con otras escuelas de pensamiento aquí mencionadas como los estudios del desarrollo impulsados desde el IDS y continuado con la escuela crítica francesa, sin olvidar las aportaciones importantes desde el pensamiento histórico-estructural latinoamericano.

El objetivo no es estudiar la SPRU, esto está muy bien analizado en otros trabajos - Soete, 2019; Martin, 2012- sino simplemente reconocer su importancia capital y sobre todo la importancia de las relaciones establecidas entre sus primeros maestros, sus

discípulos y los discípulos de los discípulos. En la jerga utilizada en la SPRU, se trataría de un “colegio invisible”.

Estoy convencido de que todos los autores incluidos en este texto cumplen con aquellas características, pero, obviamente, hay otros muchos que se podrían incorporar; la selección es totalmente subjetiva a partir de mi propia experiencia, tanto en la investigación como en la docencia sobre cambio tecnológico e innovación. Soy consciente de que se dejan de lado autores y corrientes que han hecho aportaciones importantes para la construcción de una aproximación evolucionista de la innovación, como puedan ser autores de América Latina, u otros que también desde otras latitudes han trabajado campos analíticos importantes como las cadenas globales de valor o los continuos ajustes y modificaciones en la internacionalización del cambio tecnológico. No descarto volver a ello en próximos trabajos. Por el momento, confío que las enseñanzas que se derivan de esta nueva y personal lectura orienten el presente y el próximo futuro y quede así justificada esta elección.

Para alcanzar los objetivos propuestos, este libro se estructura en tres partes. La primera está dedicada a comprender cómo se ha desarrollado el enfoque transformador sobre el cambio tecnológico y la innovación, incluyendo como aportación singular una referencia a los estudios del desarrollo. La segunda se organiza en torno a siete temas seleccionados que considero primordiales para un enfoque actualizado; la forma de abordar esta parte ha sido la de establecer un diálogo con algunos de los autores más representativos. Finalmente, se añaden algunas reflexiones de cierre con el propósito de ver de qué manera queda justificada la elección del enfoque transformador para iluminar algunos de los desafíos de comprensión y aplicación de las políticas destinadas al fomento de la actividad innovadora de cara a los objetivos de desarrollo y bienestar de la sociedad.

Capítulo II. Génesis y consolidación del enfoque transformador: la formación de un pensamiento estructural¹

A lo largo de la historia del pensamiento económico constituye un hecho destacado que mientras en sus orígenes la economía política clásica situó bastante adecuadamente el papel central de la innovación tecnológica en el desarrollo económico, las aportaciones posteriores fueron escasas, cercanas al olvido.

En el mundo clásico, para autores como Smith, Ricardo o Marx, la comprensión del cambio tecnológico era una parte esencial en la construcción de sus argumentos (Clark, 1985, Freeman, 1982, Rosenbeg, 1979). Aún más, puede decirse que identificaron adecuadamente las relaciones entre las señales del mercado, su organización, el crecimiento económico y el cambio técnico (Dosi y Orsénigo, 1985); de ahí que una parte de su pensamiento sea hoy todavía un claro precedente de los intentos actuales de construir una teoría de la innovación (Pavitt, 1984). Sin embargo, no dedicaron la suficiente atención analítica a lo que era solamente un aspecto de una cadena compleja de razonamientos y no necesariamente el más importante (Clark, 1985), por lo que no lograron establecer adecuadamente las relaciones entre la asignación de recursos vía precios y el patrón dinámico del crecimiento del sistema; las regularidades, bastante bien observadas, carecen así de un fundamento microeconómico adecuado (Dosi y Orsénigo, 1985), estableciéndose en un nivel intuitivo y preanalítico.

Los cambios operados en la identificación del objeto central de la economía (marginalismo, equilibrio del mercado) y el triunfo de la metodología positivista hicieron que durante un largo período de tiempo la corriente central de la economía se

¹ Este capítulo reproduce una parte del artículo: “Economía e Innovación (hacia una teoría estructural del cambio técnico). *Economía Industrial*, 275, septiembre/octubre, 1990. Mi agradecimiento a la revista por poder reproducir el texto.

desentendiera casi completamente de las relaciones entre el cambio tecnológico y el desarrollo económico. Hay que señalar, sin embargo, que en ese contexto histórico se produjo la aportación individual más importante que ha orientado gran parte de los planteamientos actuales sobre la materia: nos referimos a la obra de Schumpeter y a su apreciación de que la innovación juega un papel central en el desenvolvimiento económico; y ello de la mano de la figura fundamental del empresario innovador.

1. Hechos e ideas para la recuperación del cambio tecnológico como pieza esencial de la dinámica económica

Terminada la Segunda Guerra mundial, la década de 1950 constituye un periodo de enormes transformaciones económicas y sociales que serán decisivas para que la ciencia económica vuelva a incorporar el análisis del cambio tecnológico como parte importante de la dinámica económica, dentro de un contexto de fuertes cambios sociales y políticos. De una manera sintética podríamos resumir los elementos principales que facilitaron los nuevos planteamientos alrededor de dos ejes: las transformaciones de una realidad que alumbra un mundo diferente y los nuevos desarrollos teóricos de parte de la ciencia económica.

1.1. Cambios económicos y políticos en la década de 1950

Después de las convulsiones de la guerra y el largo proceso de reconstrucción económica, en los años 50 se asiste a fenómenos de enorme trascendencia. En términos generales se trata de la implantación de una estructura internacional de nuevo cuño, bajo el liderazgo indiscutible de los Estados Unidos y con nuevas reglas de juego en lo comercial y financiero. De forma más precisa se puede subrayar la introducción masiva de avances tecnológicos, en parte potenciados y desarrollados durante la Segunda Guerra mundial. Uno de los casos más importantes fue el proceso de implantación generalizada

de la energía basada en el petróleo y el progresivo relegamiento de otras fuentes energéticas como el carbón. El papel de la potencia hegemónica fue fundamental, pues Estados Unidos era rico en aquella energía y venía impulsando su desarrollo. Pero hay otros muchos avances tecnológicos entre los que destacan la introducción de los distintos sistemas de transporte; el desarrollo drástico de la aviación o la implantación generalizada del vehículo a motor, son dos elementos de gran trascendencia que van a ser fundamentales en las nuevas relaciones económicas nacionales e internacionales. Hay otros avances de gran calado en lo referente a la industria química, entre los que pueden señalarse la sustitución de materias primas naturales por otras de origen sintético o los avances en el seno de la industria farmacéutica. El resultado fue la conformación de un nuevo modo de producción industrial basado en dos grandes complejos: el metalmecánico (vehículos, aviones, maquinaria) y el químico (orgánica e inorgánica) que eran la fuente principal de un modo de acumulación que se extendió por todo el mundo.

Esas nuevas tecnologías productivas se vieron acompañadas por avances muy significativos en las tecnologías de organización, esenciales para su desarrollo. Cabe mencionar aquí el impulso y expansión de los métodos de análisis y estímulo de la productividad en los centros de fabricación. Se consolida así un “movimiento de la productividad” que acompaña y acelera el desarrollo productivo. El término “fordismo” es insuficiente pero expresa una forma nueva de referirse al papel del trabajo en la producción, similar al que en las etapas anteriores jugó el “taylorismo”; la implantación de nuevos métodos de organización del trabajo fue esencial para los desarrollos industriales de entonces. En el plano de la División Internacional del Trabajo, se asiste a una creciente internacionalización de la producción, basada en nuevas pautas de intercambio comercial, la aceleración de las inversiones directas en terceros países y un intercambio internacional de tecnología en todas sus dimensiones, como tecnología desincorporada (patentes, contratos de transferencia) o incorporada en bienes de

producción (maquinaria, equipos, bienes intermedios avanzados). En este contexto, el interés por el cambio tecnológico tenía un nuevo caldo de cultivo y se hizo notar tanto en las decisiones de los responsables políticos como dentro del propio pensamiento económico.

Los cambios en la esfera económica son paralelos a otros en el ámbito político también de gran calado. De forma resumida cabe referirse a la situación de “guerra fría” y al acceso a la independencia de un número importante de países. Lo que vino en denominarse “guerra fría” era una situación de competencia entre dos modelos económicos y políticos: el del nuevo capitalismo, liderado por Estados Unidos y el bloque socialista- comunista, cuyo principal actor era la Unión Soviética. Esta lucha entre bloques tenía como componentes principales, primero, la competencia en términos comparativos de la eficacia de los sistemas: de hecho, muchas universidades organizaron departamentos o estudios de sistemas económicos comparados. Además, hay que considerar la competencia en el plano militar y la carrera de armas cuyo exponente más notorio fue el de las armas nucleares. Tampoco puede olvidarse el papel de la carrera espacial con una fuerte competencia entre los Estados Unidos y la Unión Soviética.

Derivado muy directamente del segundo y tercer elemento, la generación y uso de la tecnología condujo a la toma de conciencia política del tema y a la consiguiente implantación de instituciones y políticas orientadas a su desarrollo; la puesta en marcha de “misiones estratégicas” fue un pilar fundamental. Pero también se tomó conciencia de que las decisiones políticas debían basarse en el mejor conocimiento posible de la realidad; ante la ausencia de estadísticas robustas acerca de la ciencia y la tecnología, se pusieron en marcha ambiciosos programas para elaborar datos estadísticos de lo que terminó etiquetándose como “investigación y desarrollo”. Estados Unidos fue pionero y

la OCDE jugó un papel esencial en la difusión de las metodologías para la elaboración de datos.

También tuvo una importancia significativa la aceleración de los procesos de independencia de muchos países, principalmente de África y Asia. Esas nuevas naciones, eufemísticamente etiquetadas como “tercer mundo”, en su inmensa mayoría eran países pobres, con acusados problemas de desarrollo. En su nueva situación, cabía la posibilidad de elegir entre el modelo capitalista y el socialista como camino para alcanzar el desarrollo. Los países líderes, conocidas estas expectativas, generaron planes para incorporar la creación y sobre todo el uso de la tecnología; de facto la transferencia tecnológica internacional y sus alternativas para los países en vías de desarrollo se establecieron como un lugar de debate importante.

1.1. Cambios en la percepción de la ciencia económica

Desde una perspectiva general hay que referirse, primeramente, al nuevo protagonismo que adquirió el análisis macroeconómico después del largo periodo dominado por el enfoque micro-neoclásico. Este nuevo protagonismo, en gran medida debido a la influencia de la obra de Keynes, tuvo una creciente proyección hacia la dinámica y el largo plazo, fruto del auge paulatino de los modelos de crecimiento, en este caso tanto los de raíz neoclásica como keynesiana. En la nueva perspectiva macro y dinámica, el cambio tecnológico se fue consolidando como un objeto de estudio.

En este contexto, los avances en el análisis económico ortodoxo desvelaron contradicciones para cuya interpretación fue necesario acudir a nuevas perspectivas del cambio tecnológico. Dos de las más importantes fueron las que se acuñaron entorno a los nuevos modelos de interpretación del crecimiento de Solow y la conocida como “paradoja de Leontieff” en el estudio del comercio exterior.

En el primer caso, se trataba de estimar qué parte del crecimiento de la economía estadounidense se debía a los avances producidos en el capital y el factor trabajo, los factores manejados por el esquema neoclásico. El estudio, llevado a cabo en los años 50, obtuvo un resultado sorprendente, lo que más influyó en el crecimiento no fueron ninguno de los factores clásicos, sino lo desconocido, incluido el “residuo”, que explicaba más de tres cuartas partes del crecimiento. Este residuo se identificó progresivamente con la tecnología y enseguida con la productividad conjunta de los factores. Se reconoce el papel del cambio tecnológico, pero no se analiza su función directa.

En el segundo, el problema fue similar. Se trataba de ver en qué medida las teorías convencionales del comercio explicaban la especialización internacional de la economía estadounidense partiendo de los modelos convencionales de comercio exterior, también en los años 50. La predicción era que, al ser EE. UU. el país más desarrollado, sus exportaciones se habrían especializado en bienes intensivos en capital. Los resultados concluyeron lo contrario, mostrando un fuerte peso de las exportaciones intensivas en trabajo; de ahí la etiqueta de “paradoja”. Inmediatamente muchos autores comenzaron a explicar los contenidos de calidad en el trabajo y los elementos más próximos al papel de la tecnología; esta deriva llevó, entre otros, al concepto de “capital humano”, en lugar del trabajo concebido de manera clásica. En definitiva, la propia evolución del análisis económico, aunque dentro de la tradición neoclásica, apuntan con fuerza a la inevitable consideración del cambio tecnológico.

De forma paralela se consolida un nuevo enfoque bajo el rótulo de los “Estudios del Desarrollo”. Su origen está en la preocupación por el atraso económico de una parte de países de Europa Oriental después de la II Guerra Mundial y la necesidad de conocer sus causas y posibles soluciones. La obra más significativa fue la de Alexander

Gerschenkron, quien en su libro *Economic backwardness in historical perspective* (1962), aborda las causas de aquel atraso económico.

Las teorías del desarrollo se ampliaron considerablemente incorporando otros autores con una perspectiva más amplia sobre los países subdesarrollados. Así surgen teorías muy significativas sobre los “círculos viciosos de la pobreza” (Nurkse), las “etapas del desarrollo y la particular importancia de la etapa del despegue” (Rostow), el carácter “dual” de las economías atrasadas (Lewis), los “desequilibrios del subdesarrollo” (Hirschman) o la “causación circular de la pobreza” (Myrdal). En todos ellos hay referencias al tema tecnológico para alcanzar el despegue, superar el dualismo o lograr un desarrollo más equilibrado. En este punto no pueden dejar de mencionarse las aportaciones desde la escuela estructuralista latinoamericana que destacó de manera especial el papel de la tecnología en temas como las relaciones de dependencia entre el centro y periferia a nivel mundial (Prebisch), las dificultades de una industrialización por sustitución de importaciones (Katz) o la importancia de la distribución desigual de la riqueza para un desarrollo más prometedor basado en la incorporación de tecnologías más eficientes (Furtado). Más adelante se profundiza en el papel de los estudios del desarrollo.

A partir de los años cincuenta, los estudios económicos de la innovación se orientaron básicamente de dos formas: de un lado, estarían los que tenían un carácter macroeconómico y que centraban su interés alrededor de la importancia que el progreso tecnológico tiene para el crecimiento económico; son estudios que, en buena medida, participan de otros debates importantes en la renovación del análisis económico como la controversia sobre el capital, la teoría y aplicabilidad de la función de producción agregada o la construcción de modelos de crecimiento económico con progreso técnico incorporado (Jones, 1979; Kennedy y Thirdwald, 1972). El segundo grupo de trabajos tiene una orientación microeconómica y se desarrolla en el entorno de la economía de la

organización industrial. Aquí, los temas principales son los factores determinantes de la innovación tecnológica de las empresas, con especial referencia a las variables que configuran las estructuras de los mercados, según la tradición analítica ordenada por el esquema Bain-Scherer de Estructura, Comportamiento y Resultados (Kennedy y Thirdwald, 1972; Scherer, 1980; Kamien y Schwartz, 1989).

En la discusión de esta problemática, la economía se encuentra con problemas conceptuales relevantes a la hora de dar cuenta del cambio tecnológico. En palabras de Joan Robinson:

“El progreso técnico es difícil de discutir con un lenguaje preciso; no tenemos una unidad definitiva en la que computar las cantidades a las que nos referimos; los bienes alteran su carácter, el equipo capital su forma, el trabajo su productividad y el dinero su poder de compra” (Robinson, 1979).

Pero, además, una parte del instrumental analítico de la economía dificulta el conocimiento y la comprensión del progreso técnico. Tal ocurre con la función de producción. Si partimos del concepto de producción, ¿qué respuestas podemos esperar a preguntas sobre los mecanismos que generan las alternativas tecnológicas?, ¿dónde están las múltiples opciones tecnológicas que combinarían los factores productivos en distintas proporciones de una manera continua? Si sólo conocemos un campo pequeño, ¿qué queda de la distinción entre sustitución de factores y cambio técnico? Si ante unas variaciones de precios relativos la empresa tiene que dedicar recursos para establecer nuevas combinaciones óptimas, ¿no es esto un cambio técnico más que una sustitución de factores? (Rosenberg, 1979).

En definitiva, con el enfoque neoclásico se cierra en buena medida la posibilidad de analizar gran parte de las formas del progreso tecnológico y se subestiman aspectos de

dicho progreso que necesitan de aportaciones en conjunción con otras disciplinas científicas. Como señala Freeman:

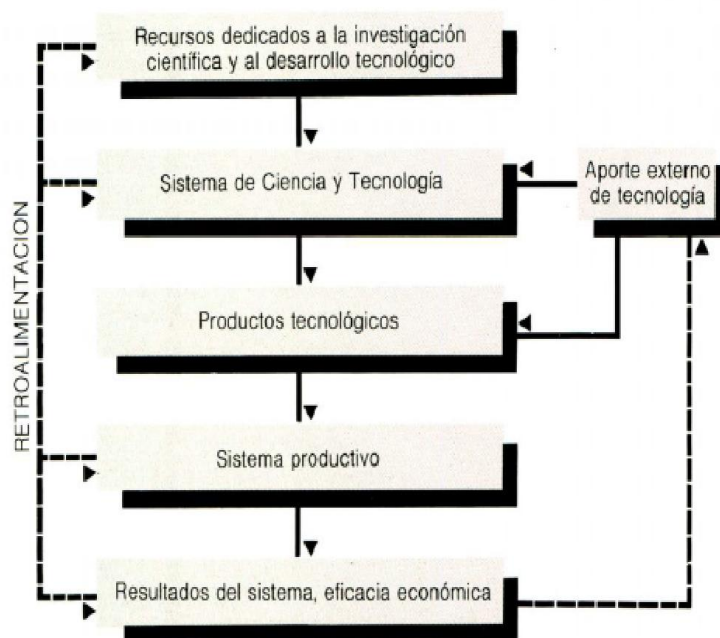
“La aproximación de la función de producción es dudosa porque falla a la hora de reconocer las complementariedades en el cambio tecnológico y social, por su negación de otras disciplinas de la ciencia social, por su ausencia de sentido histórico y por su reduccionismo en relación con el cambio tecnológico. Los trabajos a partir de la función de producción son difícilmente aceptables fuera de la economía y dentro son una fuente de confusión” (Freeman, 1977).

Desde el punto de vista conceptual, una dificultad apreciable en muchos trabajos, especialmente en los estudios aplicados, consistió en olvidar que los flujos de nuevas aportaciones tecnológicas, tanto en su forma de innovaciones mayores como en las de menor rango, son fruto de la interacción de un complejo conjunto de agentes e instituciones que forman el denominado sistema de ciencia y tecnología. Este sistema utiliza ciertos recursos y produce ciertos resultados dentro del sistema económico más amplio, tal y como se sintetiza en el gráfico 1.

Los diferentes estudios han ido buscando y elaborando información referente tanto a los recursos utilizados -inputs- como los resultados obtenidos -outputs. Las posibilidades son muy amplias y permiten conjugar distintos grupos de indicadores, tal y como se muestra en el cuadro 1. Pues bien, una de las fuentes de error más importantes consiste en utilizar indicadores de recursos para «medir» la innovación tecnológica, lo que supone admitir que todos los sistemas científico-tecnológicos tienen el mismo nivel de eficacia en la gestión de los recursos y, por tanto, en la obtención de resultados tecnológicos. Si eso no es así, como parecen sugerir desde el sentido común a los análisis de sistemas, pasando por la experiencia histórica, quiere decir que debe hacerse un gran esfuerzo para

mejorar la información sobre el output del sistema y, en cualquier caso, debe tenerse una actitud muy prudente a la hora de extraer conclusiones cuando se utilicen otros inputs.

Gráfico 1. Recursos dedicados a la investigación científica y al desarrollo tecnológico



Fuente: elaboración propia

Cuadro 1. Inputs y outputs del sistema I+D

Etapa	Inputs ilustrativos		Outputs ilustrativos	
	Inputs de realimentación procedentes de	Otros inputs	Output de realimentación	Otros outputs
Investigación básica	Encargados de los empresarios, investigación básica, labor inventiva, trabajo de desarrollo, «pegas» (*)	Científicos, laboratorios, mano de obra no científica, primeras materias, combustible, energía	Nuevos problemas científicos, resultados del laboratorio	Hipótesis y teorías, fórmulas teóricas de investigación
Labor inventiva e investigación aplicada	Encargos de los empresarios, labor inventiva, trabajo de desarrollo, «pegas»	«Output» de investigación básica, científicos, ingenieros, laboratorios, mano de obra no científica, primeras materias, combustible, energía	Nuevos problemas científicos, resultados del laboratorio, éxitos y fracasos inexplicables	Patentes inventos no patentables (memorias, modelos visibles, esquemas), escritos resultado de la investigación
Trabajo de desarrollo experimental	Encargos de los empresarios, trabajo de desarrollo, «pegas»	«Output» inventivo, ingenieros, delineantes, otra mano de obra	Nuevos problemas científicos, necesidad de invenciones, éxitos y fracasos inexplicables	Impresos, especificaciones, muestras, plantas piloto, prototipos, patentes, manuales
Construcción de plantas de nuevo tipo	Encargos de empresas «pegas»	«Output» de desarrollo, recursos de una firma de construcción ordinaria	«Pegas»	Fábrica de nuevo tipo

(*) Las «pegas» u obstáculos persistentes e irritantes para la terminación de unidades de información contratadas, pueden tener consecuencias inesperadas pero importantes. La observación de que la pechblenda atacaba a las placas fotográficas llevó a un científico a poner las dos cosas aparte (una «pega») y a otro científico a descubrir la radioactividad. El punto tiene importancia suficiente para mencionarlo aquí, pero resulta demasiado difícil para tratarlo en detalle.

Fuente: Freeman, 1982, página 28

Precisamente teniendo en cuenta lo anterior y el hecho de que ningún indicador aislado da cuenta con precisión de la innovación tecnológica, diversos autores se inclinan por la necesidad de utilizar una combinación de indicadores tanto de inputs como de

outputs para tener una visión más adecuada de un fenómeno tan complejo (Pavitt, 1984; Pavitt y Patel, 1987).

Una parte importante de las dificultades y titubeos de la economía para enfrentarse adecuadamente al fenómeno del cambio técnico proviene de que los enfoques más difundidos entonces olvidaban una cuestión primordial: la retroalimentación del sistema económico sobre el factor humano que se asocia principalmente al problema del aprendizaje. Si incorporamos esta dimensión al análisis de la innovación nos será fácil comprender hasta qué punto es necesario un trabajo más interdisciplinario que parta del carácter particular y específico de los conocimientos tecnológicos y de su incorporación en organizaciones humanas (Rosenberg, 1979).

El balance de los logros de los estudios convencionales era bastante limitado, ya que, de una parte, los enfoques basados en los modelos de crecimiento seguían considerando la tecnología como un factor exógeno, aunque tuviera importantes consecuencias para el desarrollo. De otra, los que se basaban en relacionar datos de estructura de los mercados con resultados de innovación, no ofrecían resultados convergentes en la idea sustantiva de encontrar “el” o “los” factores determinantes de la innovación. Las polémicas sobre la importancia del tamaño o la concentración de los mercados como estructuras más favorables para que los resultados innovadores sean mayores han seguido produciéndose hasta nuestros días.

Sobre estas bases se va conformando un movimiento renovador sobre los estudios del cambio tecnológico y la innovación que se irá consolidando como un enfoque alternativo, generalmente etiquetado como “teoría evolucionista” que hemos descrito en otros lugares (Molero, 1990, 1994).

2. Elementos para una teoría estructural del cambio tecnológico

Entre los antecedentes que podríamos encontrar como iniciativas teóricas que abrieron nuevos caminos de investigación, ocupa un lugar de gran interés el trabajo de Atkinson, y Stiglitz (1969). La idea básica de su contribución radica en que las mejoras tecnológicas no afectan a toda la economía o todas las empresas, sino que el progreso técnico es localizado y específico; o, dicho con otras palabras, frente a la idea más extendida de que el cambio técnico supone un desplazamiento de la función de producción, la realidad es que solamente se modificaría una parte de ella.

Con una idea similar sobre lo específico del cambio técnico, Rosenberg (1979) insiste en que la innovación no es un acto único y bien definido sino una serie de acciones unidas al proceso de cambio tecnológico, por lo que, señala, hay preguntas de «bajo nivel», necesarias para entender la naturaleza del cambio tecnológico en toda su riqueza y diversidad; sobre todo teniendo en cuenta que el conocimiento tecnológico se ocupa de lo específico y particular. El intenso y no siempre fácil esfuerzo posterior por investigar en esta dirección fue aportando nuevas evidencias y conceptos analíticos que, en la década de los ochenta, permite afirmar que se tiene una concepción nueva de la innovación tecnológica.

El siguiente cuadro recoge, en forma sintética, los principales puntos de ruptura de dicha visión con la que predominaba anteriormente. Alrededor de esta forma de aproximarse a la innovación se produce otra serie de consideraciones como las relativas a la importancia de la continuidad de las organizaciones para mantener su capacidad de asimilar nuevas tecnologías o derivaciones de las existentes. Por otra parte, las políticas que tratan de fomentar la actividad tecnológica de las empresas deben tener en cuenta este aspecto de acumulación para ser diseñadas con una programación temporal suficiente.

Cuadro 2. Características de la nueva visión de la innovación tecnológica

Visión previa	Visión nueva
1. La tecnología es «información», lo que le confiere un carácter de bien público. Lo que debe resolverse es un problema de asignación de recursos.	1. La tecnología es «conocimiento», por lo que su reproducción ni es fácil ni gratuito. Es un conocimiento específico de la empresa.
2. Existen costes en la producción de la tecnología pero no en su transmisión.	2. Existen importantes costes en la transferencia por su carácter de específica. El aprendizaje presenta múltiples variedades y dificultades. La transición ciencia → tecnología no es lineal.
3. Los agentes económicos implicados buscan la maximización de la función objetivo de la empresa.	3. La actividad innovadora es acumulativa con rendimientos crecientes en el tiempo. La experiencia pasada determina las posibilidades futuras con la salvedad de la incertidumbre que rodea todo proceso creativo.
4. Las innovaciones son de proceso; suponen cambios de la función de producción.	4. La investigación empírica demuestra que la mayoría de las innovaciones son de productos.
5. Las innovaciones se incorporan a las industrias de bienes de capital. Este sector es el fundamental para el progreso técnico.	5. Estudios recientes muestran que aproximadamente la mitad de las innovaciones la originan los <i>usuarios</i> de productos, máquinas o procesos.
6. Todos los sectores son iguales.	6. Las diferencias intersectoriales son muy acusadas. Frente a la idea de la uniformidad se impone la de la variedad.
7. Domina el concepto de escasez.	7. Domina el concepto de oportunidad.

Fuente: Molero, 1990, página 2

El nuevo enfoque, cuyas premisas se sintetizan en el cuadro 2, fue dando paso a una convergencia de planteamientos analíticos que han puesto las bases de una interpretación del cambio técnico en la que predominan los elementos sistémicos que integran tanto las influencias de las instituciones como el papel del mercado; se trata de una teoría que quiere incardinar el cambio técnico en la dinámica social y económica a través de la consideración de los sistemas y paradigmas tecnológicos. Sobre las características de esa perspectiva teórica deben hacerse dos consideraciones. La primera:

“por teoría entendemos un marco intelectual razonablemente coherente que integre el conocimiento existente y permita en la predicción ir más allá de particularismos o de lo que ya ha sido observado de hecho. La teoría debe ser suficientemente amplia para incluir las variables relevantes y sus efectos, y suficientemente poderosa como para guiar lo que pueda ocurrir si cambia alguna de esas variables” (Nelson, y Winter, 1977).

La segunda, que tiene unas connotaciones estructurales marcadas por las condiciones que el contexto impone sobre la supuesta libertad de elección de técnicas a los agentes económicos. No obstante, aquellos límites estructurales evolucionan y permiten la interacción entre las empresas y el medio. Por ello, el carácter estructural de la teoría que se avanza es de connotaciones relativas o «débiles» (Dosi, 1984). Por otra parte, la teoría propuesta supone un rechazo tanto de los modelos que fundamentan la explicación de la innovación con el «tirón» de la demanda, como los que lo hacen a partir del «empujón» de la ciencia (Freeman, 1982; Clark, 1985; Pavitt, 1984; Dosi, 1984; Rothwell, y Zegveld, 1985). Las tesis propuestas persiguen llegar a una teoría que combine otros elementos y en la que los factores de oferta y demanda intervengan en un equilibrio diferenciado para los distintos sectores, países y, lo que es más importante, fases del desarrollo de una industria. Una aproximación al modo como puede interpretarse esta síntesis es la ofrecida por el

«modelo interactivo» propuesto por Rothwell y Gardiner (1985), que se esquematiza en el gráfico 2.

Es dentro de este nuevo “cuasi paradigma” donde se produjeron las aportaciones más sustantivas para avanzar en el estudio del cambio tecnológico y la innovación. La década de 1980 fue especialmente fértil pues en esos años se concentraron muchas de las mejores contribuciones, con obras entre otros de Christopher Freeman, Richard Nelson, Sidney Winter, Nathan Rosenberg, Keith Pavitt, Stan Metcalfe, Giovanni Dosi, Luc Soete, Jan Fagerberg o Fanco Malerba. La idea de la que partimos es precisamente identificar algunas de las mejores contribuciones que todavía hoy tienen un grado de validez importante y pueden servir de guía para entender los cambios actuales y ser la base de nuevas propuestas de políticas públicas de apoyo a la innovación; siempre basándome en mis propias reflexiones y experiencias.

Gráfico 2. Un modelo interactivo del proceso de innovación



Fuente: Rother, R. y Gardiner, P. (1985), tomado de Molero (1990), página 47

Capítulo III. Revisión de los estudios de desarrollo. ¿Hay algo útil para los estudios de innovación?

1. ¿Por qué revisar los estudios de desarrollo?

Cuanto más se analiza la evolución de los estudios de innovación en los últimos años, más cerca se está del convencimiento de que constituyen una nueva aproximación a la teoría del desarrollo. Por un lado, desde el punto de vista analítico, se incrementa la incorporación de temas relacionados con la innovación tecnológica en el análisis de las causas que explican el crecimiento de los países y su evolución institucional. Por otro lado, desde el punto de vista político, cada vez se incluyen más políticas tecnológicas y de innovación en las propuestas de mejora de la productividad y la competitividad a nivel macro y micro.

Históricamente esta conexión ha pasado por diferentes etapas. Si se considera el período clásico de la economía se puede afirmar que la teoría económica (mejor, la economía política) y los estudios del desarrollo fueron prácticamente lo mismo, en la medida en que el enfoque de los autores clásicos (desde Smith hasta Marx) consistió en la consideración de los mecanismos y las consecuencias del progreso económico y social. Esto implica tres características notables de esos estudios: un marco macroeconómico, una comprensión dinámica de la economía y la consideración simultánea de los elementos económicos y sociales. Además, se incorporó el progreso tecnológico como un elemento crucial para entender la transformación profunda de las economías capitalistas en motores de progreso y cambio. Recordemos las palabras de J.S. Mill:

“Tenemos que examinar la situación económica humanidad como expuesta a cambiar (...) sufriendo siempre cambios progresivos. Tenemos que examinar cuáles son esos cambios, cuáles son sus leyes y cuales sus tendencias finales, añadiendo una teoría

del movimiento a nuestra teoría del equilibrio; la dinámica de la economía política a la estática” (Mill, 1951).

Como se ha señalado por diversos autores (Dosi, Nelson, Clark, Molero), sobre el progreso tecnológico hubo ejemplos sustanciales entre los clásicos en los que reconocieron el papel del cambio técnico en el progreso de las naciones. Veamos algunas muestras:

En primer lugar, es bien conocido el análisis que A. Smith realizó sobre las ventajas de la división del trabajo como motor del crecimiento de la productividad. Entre las razones que maneja es especialmente significativo que la división del trabajo facilite la incorporación de maquinaria nueva y más eficiente *“así como la acumulación de capital debe preceder a la división del trabajo, de la misma manera, la subdivisión de este solo puede progresar en la medida en que el capital haya ido acumulándose previamente”* (Smith, 1976). Adicionalmente, cuando explica las virtudes de la división del trabajo, subraya como una de sus ventajas la mayor facilidad para introducir maquinaria y aplicar los conocimientos tecnológicos, recalcando el papel esencial de los “hombres de ciencia”.

Otro ejemplo es el de la incorporación de un capítulo sobre maquinaria en la segunda edición de Economía Política de Ricardo, reconociendo su inmensa contribución al progreso económico. Una tercera muestra la tenemos en Marx al abordar directamente la cuestión del progreso técnico como una forma de desarrollar las fuerzas productivas en el capitalismo; particularmente importante es la consideración que hace en torno al concepto de composición orgánica del capital y la relevancia que le da a la relación entre la maquinaria y otros tipos de capital.

Desgraciadamente, la revolución neoclásica cambió radicalmente el panorama. El predominio de una visión cortoplacista y un enfoque de equilibrio parcial trajeron consigo una clara relegación del tema del cambio técnico y el desarrollo económico. A pesar de

lo anterior, hubo algunas contribuciones positivas particulares, aunque su pleno valor se logró décadas después, cuando tanto el desarrollo económico como el cambio técnico entraron en la agenda. Entre otros, se pueden destacar dos autores: Alfred Marshall y Joseph Schumpeter. Marshall introdujo el tema del distrito industrial y las externalidades, que hoy en día forman parte de la corriente principal de los estudios de innovación. De Schumpeter, baste decir que es el responsable de poner la innovación en el centro de la comprensión de la dinámica económica. Conceptos como la destrucción creativa, el papel de los emprendedores, los ciclos tecnológicos y económicos, etc., constituyen hoy en día la base de una gran parte de los estudios sobre innovación.

Ahora llegamos al período que tiene mayor interés para nosotros: las décadas posteriores a la Segunda Guerra Mundial hasta la década de 1980. Ya hemos expuesto los factores que fueron responsables del "redescubrimiento" del cambio técnico por parte del análisis económico. Lo que ahora importa subrayar es que en ese mismo tiempo histórico se va producir la proliferación de estudios que se preocuparon de los diversos niveles de desarrollo de los países, dando origen así a la configuración de un ámbito de investigación y propuestas de actuaciones políticas que se ha venido en llamar "estudios del desarrollo".

Por eso, aún con divergencias y contradicciones, hoy conocemos mucho mejor las relaciones entre las innovaciones tecnológicas y el crecimiento económico de las naciones. Sin embargo, el conocimiento que tenemos sobre el cambio/innovación tecnológica y la perspectiva más amplia que incluye el concepto de desarrollo económico es todavía limitado. Este conocimiento reducido puede explicarse por una serie de elementos contextuales. Sobre todo, el desarrollo económico es más complejo que el crecimiento; Una distinción clásica es que el desarrollo puede identificarse como el crecimiento económico más el cambio estructural, incluyendo modificaciones sociales e institucionales. En segundo lugar, la evolución de los estudios de desarrollo fue muy

fuerte en la década de 1950, pero después de varias décadas, los logros reales no eran definitivos desde una perspectiva teórica y los resultados empíricos no apoyaban la mayoría de las predicciones (Hirshman, 1980).

A pesar de esa consolidación incompleta, entendemos que los estudios de desarrollo pueden ser explorados para arrojar más luz sobre algunas partes de los estudios modernos de innovación, particularmente en aquellos relacionados con los sistemas de innovación. ¿Por qué este nuevo enfoque? La renovada demanda de conocer las relaciones entre desarrollo e innovación se basa en dos hechos acaecidos recientemente: el importante crecimiento de algunos países en desarrollo muy significativos (cuyo símbolo son los BRICS) y las nuevas aportaciones de una teoría más comprensiva de la innovación que están en el centro de este libro.

Tras el fin de la Guerra Fría, quizás el fenómeno más destacado haya sido el crecimiento muy rápido de los países de Asia, junto con otros ejemplos significativos de América Latina y de la antigua Unión Soviética. La concentración en la época de importantes auges económicos en China, India, Vietnam, Brasil, Rusia, etc., ha traído al debate la necesidad de explicaciones más adecuadas de esas evoluciones y cuál es el papel del conocimiento y la innovación.

Al mismo tiempo, la teoría de la innovación ha consolidado su enfoque evolutivo y sistémico. Esto ha puesto en primera línea de interés cuestiones como el papel de las instituciones y las políticas y la importancia de las capacidades sociales para complementar las tecnológicas. Si a esto se añaden otros desarrollos en servicios e innovación social, es fácil llegar al reconocimiento de la conveniencia de analizar cómo desde los estudios de desarrollo podemos iluminar la innovación y el cambio técnico. Para llevar a cabo este propósito concentramos la atención en las primeras décadas de

establecimiento de los estudios de desarrollo porque es cuando existía un pensamiento diverso y analíticamente poderoso.

2. En busca de aportaciones válidas

Las contribuciones que se pueden agrupar bajo la etiqueta de estudios de desarrollo fueron altas en ese período y no siempre coincidieron en aspectos particulares del análisis y las recomendaciones de actuación política. Sin embargo, se pueden subrayar una serie de características comunes.

La primera tiene que ver con el concepto en sí. El desarrollo fue considerado como un proceso de modernización de las estructuras socioeconómicas tradicionales para convertirse en otras más eficientes. Ese proceso partiría de buscar lo específico de cada estructura, aspecto que no solo sirve para los países atrasados o subdesarrollados, sino que sus conclusiones pueden iluminar problemas más recientes presentes en los países denominados desarrollados (Hirschman, 1980; Seers, 1977). La transición hacia el desarrollo tiene dificultades considerables -muchas veces calificadas como obstáculos- que deben ser superadas para alcanzar la meta del desarrollo. El proceso analítico siguió siempre el mismo camino: estudio de las condiciones de atraso de los países subdesarrollados, identificación de los obstáculos para salir de esa situación y recomendaciones de política. La preocupación por las estructuras productivas es un aspecto esencial que los acerca a estudios actuales sobre los sistemas de producción e innovación.

Un segundo rasgo importante se refiere a las diferencias entre los conceptos de desarrollo versus el de crecimiento económico más usado por la teoría económica convencional. La diferencia esencial es que desarrollo significa también un cambio

estructural o, más precisamente, "*un cambio estructural que se evalúa positivamente*" (Akerman, 1962). De nuevo, un papel central para los cambios sociales e institucionales.

Para su exposición se han elegido cinco temas importantes: la escasez de capital, los círculos viciosos, la causación circular, los modelos dualistas y los modelos centro-periferia.

2.1. Escasez de capital

Para comenzar con teorías particulares, es útil elegir la que pertenece a los primeros análisis y que se puede etiquetar como escasez de capital y teorías de crecimiento equilibrado. Fue en la década de 1940 cuando Rosenstein Rodan, analizando la situación atrasada de los países del sur y este de Europa, estableció el importante concepto de la existencia de complementariedades entre industrias como un tema central para elaborar planes de desarrollo para esas economías (R. Rodan, 1943). Además, actualizó el concepto marshaliano de externalidades utilizándolo para explicar las sinergias favorables de la interacción entre industrias, no sólo entre empresas. Hay que subrayar la modernidad de la idea y su vigencia para posteriores elaboraciones de conceptos derivados como distritos industriales, clústeres y aglomeraciones industriales.

Una segunda contribución fundamental tiene que ver con las indivisibilidades. Rosestein Rodan pensaba en un tipo de factores que no se pueden dividir, debido a sus características. Desde otro ángulo, si no se utilizan de forma completa, el sistema sufrirá importantes ineficiencias. Las indivisibilidades están estrechamente relacionadas con las características de las invenciones que Arrow argumentará en la década de 1960 para establecer la ineficiencia del mercado para asignar recursos a la innovación de manera eficaz.

Combinando indivisibilidad y externalidades (también empleadas por Arrow en su argumentación), Rosestein Rodan llega a la conclusión de que para iniciar un verdadero proceso de desarrollo económico hay que hacer un gran esfuerzo (gran empujón, “*big push*”); de lo contrario, la inercia dominará y el subdesarrollo continuará (R. Rodan, 1960).

Más tarde, en las décadas de 1960-1980, otros economistas recuperaron el concepto de indivisibilidad en relación con la creación y difusión de la tecnología. Celso Furtado (1984) hizo una de las aportaciones más lúcidas. Su razonamiento puede resumirse de la siguiente manera: una característica crítica de un país subdesarrollado es la distribución desigual del ingreso. Esto determina el pequeño tamaño de muchos mercados de consumo, especialmente para los productos modernos, porque solo pueden ser comprados por un pequeño porcentaje de la población con ingresos suficientes. La consecuencia es que cuando queremos implementar la producción de esos productos para el mercado interno -ejemplo típico de proceso y políticas de industrialización por sustitución de importaciones- nos enfrentamos al problema de que la tecnología disponible ha sido diseñada para un mercado mucho más amplio, básicamente porque esa tecnología ha sido desarrollada en países ricos, por lo que al utilizar esta tecnología en otros contextos encontramos ineficiencias críticas. Esta argumentación tan actual es un claro antecedente de los trabajos de hoy que abordan el papel de la demanda en la innovación tecnológica (Boom y Edler, 2018).

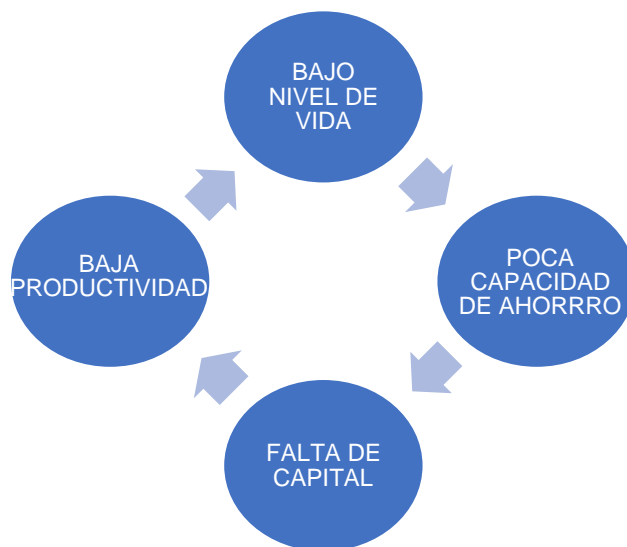
2.2. Círculos viciosos

Muy cerca de la teoría de R. Rodan están los trabajos de Ragnar Nurkse. Este realizó importantes contribuciones a los estudios actuales de innovación en torno al conocido concepto de círculo vicioso de la pobreza. Nurkse plantea su análisis a partir de dos: uno

por el lado de la oferta y oro por el lado de la demanda. Aquí recogemos el de la oferta por ser más útil de cara a la teoría de la innovación.

La idea es, como se muestra en el gráfico 3, que las interacciones entre las distintas fases llevan a que la circularidad sea de “carácter vicioso” del círculo al no permitir una interacción positiva suficiente para aumentar la renta y el nivel de desarrollo, lo que refuerza el estancamiento y la pobreza. Compartía la idea del crecimiento equilibrado porque pensaba que era necesario invertir simultáneamente en diferentes partes del círculo para poder moverlo hacia arriba. Si lo conseguimos, podremos iniciar un nuevo círculo virtuoso hacia estadios superiores.

Gráfico 3. El círculo vicioso desde la oferta



Fuente: elaboración propia sobre la base de texto de Nurkse (1955)

En cuanto a los estudios de innovación, la noción de círculo está muy cerca del concepto de sistema de innovación y del papel central que juegan las relaciones entre las diferentes partes en la configuración del sistema. Haciendo otro paralelismo con los círculos de Nurkse, podemos dibujar un Sistema de Innovación Estacionario que se reproduce continuamente.

Gráfico 4. El círculo vicioso del estancamiento en la innovación



Fuente: elaboración propia

Del mismo modo, podemos pensar en un sistema dinámico en el que las interacciones actúen todas en la dirección de la producción efectiva de innovación y bienestar económico. Si bien se pone en el centro de la estrategia el incremento del capital para romper los círculos viciosos, ello se combina con otros factores sociales e institucionales.

2.3. Causación circular

El ejemplo más completo de modelo circular es la teoría de la Causalidad Circular de Gunnar Myrdal. Myrdal utilizó este concepto en diferentes contextos; la primera fue con motivo del estudio de la pobreza en los Estados Unidos y la situación de los negros (Myrdal, 1944), pero alcanzó su versión más refinada en su magnífico estudio *Asian Drama* (Myrdal, 1968), en mi opinión, una de las cumbres de los estudios sobre el desarrollo.

En su análisis del atraso económico y social, Myrdal relaciona un amplio conjunto de elementos agrupados en varias categorías entre las que sobresalen las económicas, sociales, institucionales y políticas. Todas son importantes, aunque hay un núcleo central para el crecimiento alrededor los factores económicos y sociales. La importancia de las tecnologías se destaca en el apartado de las condiciones de producción: más tecnología exige más capital, más inversión y más conocimiento (Myrdal, 1962, 1968, 1973).

Se pueden tener en cuenta las siguientes características con respecto a un enfoque sistémico de la innovación:

1. La importancia de los factores económicos, sociológicos e institucionales. Nuevos planteamientos como los de Nelson, Fagerberg o Freeman, manifiestan positivamente la importancia de todos estos factores y la interacción entre los sistemas de producción e innovación (Malerba, 2002).

2. La interacción y el refuerzo mutuo de las piezas del sistema. De hecho, en lo que llamamos Sistemas Estacionarios, podemos incluso postular que no existe propiamente un sistema, precisamente debido a la debilidad de relaciones entre las partes. En otras palabras, las relaciones es lo que constituye un sistema, no simplemente los distintos componentes de manera aislada.

3. La importancia de la política. En este sentido, queremos subrayar el papel crucial que pueden desempeñar las políticas tanto para mantener como para cambiar la causalidad circular. Si bien la política puede incluirse dentro de los factores institucionales, la importancia de contar con un modo de operación más autónomo le da un significado diferenciado.

4. La necesidad de que esas políticas contribuyan a la modificación del sistema imperante para alcanzar nuevos desafíos de la sociedad.

Incluso más allá del argumento clásico de Arrow para justificar la necesidad de una intervención pública para fomentar la actividad inventiva, el esquema de causalidad circular introduce uno nuevo y más abarcador: la complejidad del sistema y el refuerzo vicioso de todos los elementos del sistema estacionario refuerzan la necesidad de esa intervención. Es lo que puede identificarse como “fallos del sistema” que necesitan ser abordados desde otros planteamientos de las políticas de fomento.

2.4. Modelos dualistas

El autor más representativo de esta línea de análisis es Arthur Lewis que afirma que el subdesarrollo se caracteriza por la coexistencia de dos subsistemas. Uno, el más extendido, es el sector/subsistema tradicional donde en términos generales podemos decir que predominan las condiciones para el subdesarrollo. El segundo es el subsistema moderno, constituido por la parte avanzada de la economía que utiliza modelos

tecnológicos y de gestión no muy lejanos (o incluso similares) a los de los países desarrollados (Lewis, 1960, 1964).

En términos teóricos, este planteamiento, aun con limitaciones, supone un avance en la comprensión del proceso de desarrollo al identificar aspectos estructurales propios de las estructuras de los países subdesarrollados y enlaza con la tradición clásica de tener en cuenta los recursos no empleados. La relación básica entre los sectores se centra en la extracción de mano de obra del sector de subsistencia por el sector capitalista

El proceso de desarrollo se ilumina desde otra perspectiva. Es la capacidad de incorporar la parte rezagada de los países subdesarrollados a la más moderna y eficiente. Esto puede lograrse mediante políticas que estimulen la parte moderna que, en su proceso de expansión, demandará mano de obra de la menos desarrollada. Así, la transición de los trabajadores de un subsistema ineficiente y estancado de la sociedad a uno productivo y eficiente es vista como la clave para llegar a la meta deseada de desarrollo.

En cuanto a los estudios de innovación, hay resonancias importantes. En primer lugar, el destacado papel del capital humano en la trayectoria del desarrollo; esto es así desde la perspectiva de portador de nuevos conocimientos o como receptor del progreso tecnológico. También la importancia de una integración completa de un sistema de innovación permite comprobar la existencia de dos subsistemas diferenciados: el peso relativo de uno de ellos determina básicamente el carácter dinámico o estático de la estructura en su conjunto.

2.5. Modelos centro-periferia

Por último, se quiere dedicar cierta atención a una serie de trabajos que, bajo la etiqueta general de modelos centro-periferia, han tenido una gran influencia. En este sentido es importante destacar la posición central que ocupan los autores

latinoamericanos, de una u otra forma vinculados a la Comisión Económica para América Latina de la ONU (CEPAL). Con el fin de ahorrar espacio y evitar la proliferación de autores y citas, nos concentraremos en el primero y más importante de esos autores, Raúl Prebisch.

Una forma de apreciar las aportaciones del esquema Centro-Periferia es partir del modelo de causalidad circular de Myrdal. Este recibió críticas por la escasa consideración que dedicó a la estructura internacional y a las relaciones entre las economías desarrolladas y en desarrollo. Aquí es donde las aportaciones del modelo centro-periferia supusieron una novedad importante: resumidamente, uno de los representantes más destacados, Singer, señala que “los frutos del progreso técnico y la productividad se reparten desequilibradamente en centro y periferia a nivel mundial, debido a factores de oferta y demanda de la tecnología” (Singer, 1950; Braña, Buesa, Molero, 1984).

A partir de una visión similar del problema, Raul Prebisch, (1964, 1981) profundiza en la explicación del reparto desigual de los frutos del progreso técnico. Teniendo presente, en primer lugar, la situación de desarrollo en América Latina en la década de 1940, Prebisch, como Secretario General de la CEPAL, trató de dar argumentos para promover la industrialización en América Latina, como región periférica y no volver a la división internacional del trabajo que predominaba antes de la Segunda Guerra Mundial: en esa situación anterior el centro era donde se concentraba la industria y la periferia se especializaba en la producción de productos primarios.

En ese mundo, ¿cómo era la apropiación de los frutos del progreso técnico? Siguiendo el argumento centro-periferia, quedó claro que estos últimos sufrieron dos fuerzas negativas que impidieron que esos países aprovecharan el avance, mientras que el centro se benefició de esas fuerzas: el salario y el comportamiento de la demanda.

En lo que respecta al argumento salarial, el elemento clave fue la organización y el papel institucional de la fuerza de trabajo. Así, en el centro, las leyes e instituciones modernas -incluidos los sindicatos- permitieron a los trabajadores aprovechar los avances tecnológicos y las mejoras de productividad. Los mayores niveles de productividad fueron compatibles tanto con el aumento de los beneficios como con la reinversión, el aumento de los salarios y la mejora de las condiciones de vida.

Sin embargo, en la periferia las cosas evolucionaron de manera diferente. La falta de instituciones, sindicatos y leyes positivas hizo muy difícil –incluso imposible– que los trabajadores pudieran aprovechar la mejora de la productividad. La mayoría de sus frutos migran al centro a través del comercio internacional.

Es en este punto cuando se elabora el argumento de la demanda. La demanda internacional de bienes clásicos producidos por el sector primario de la periferia tuvo bajos niveles de crecimiento. En términos de gastos de consumo global que la demanda incluso disminuyó con el tiempo; la consecuencia para la periferia fue que los precios internacionales de sus productos se estancaron o incluso disminuyeron. El centro aprovechó el progreso de la productividad de la periferia porque podían comprar más y mejores bienes a precios más bajos.

En el caso de los bienes producidos en el centro, la situación fue la contraria. Los productos que fabricaban se enfrentaban a un nivel creciente de demanda internacional que hacía subir los precios. Por lo tanto, el centro también se benefició de su propio progreso tecnológico y de productividad. En cuanto al argumento salarial, la demanda descansaba en gran medida en el mecanismo del comercio internacional.

La contribución más significativa del esquema centro-periferia es que la conexión interna-externa es un marco fundamental para comprender la división internacional de la producción y difusión de tecnología, independientemente de los debates y críticas que se

han producido en torno a otros aspectos de la teoría. Al mismo tiempo, lleva a un primer plano el tema de la configuración estructural de las economías nacionales y cómo ésta forma parte del desigual intercambio internacional y la difusión tecnológica. Desde la perspectiva del análisis de la innovación, esta teoría encaja con la complementariedad que debe darse entre la producción interna de conocimiento y su integración con el que viene del exterior. Este argumento se continua en las últimas aportaciones de la parte B y en las reflexiones finales..

Segunda parte: Siete temas para reflexionar

Esta segunda parte se nutre de una identificación personal de algunos temas esenciales para “palpar” el enfoque transformador del pensamiento sobre el cambio tecnológico y la innovación. Esto se aborda de la mano de autores que han sobresalido en cada uno de los temas seleccionados y que han dejado huella en nuestra forma de entender y explicar la innovación tecnológica. En concreto, se han elegido textos de Freeman, Dosi, Pavitt, Fagerberg, Malerba, Archibugi y Metcalfe. Evidentemente no están todos los posibles temas y mucho menos todos los autores, pero si estoy seguro de los aquí incluidos son altamente representativos para los fines perseguidos; en mi criterio, los temas y textos que a continuación se exploran poseen sobradamente la capacidad de iluminar aspectos importantes de la realidad actual del cambio tecnológico y la innovación y pueden ofrecer caminos de reflexión no desdeñables para debatir sobre la orientación actual y futura de las políticas de ciencia, tecnología e innovación.

Se comienza analizando las cuestiones más básicas, de la mano del texto seminal de Freeman por su amplitud e influencia como pionero y verdadero maestro del “colegio invisible”. Se sigue con otros temas también bastante amplios de la mano de Dosi y Pavitt y se continua con otras temáticas algo más específicas, con textos de Malerba, Archibugi, Fagerberg y Metcalfe. Como se verá, no son temas estancos, las relaciones entre todos ellos son múltiples y es esto precisamente lo que permite hablar de un enfoque renovado de amplia repercusión. La intención es ver en qué medida sus aportaciones más importantes siguen siendo útiles en el día de hoy para ofrecer luz de cara a los cambios que se necesitan en el diseño y ejecución de nuevas políticas.

Capítulo I: La necesidad de comprender adecuadamente el cambio tecnológico: las aportaciones señeras de C. Freeman en La teoría económica de la innovación industrial (1975)

Como se ha expuesto en la primera parte, a pesar de algunas contribuciones importantes, la comprensión de los economistas del cambio técnico y la innovación distaba de tener un marco teórico coherente que permitiese relacionar esa dinámica con el desarrollo económico. Por consiguiente, es conveniente comenzar exponiendo cómo se persigue una nueva concepción y para ello, las aportaciones de Freeman son imprescindibles. Las reflexiones se agrupan entorno a varios ejes.

1. La importancia de la innovación y del nuevo enfoque propuesto para su análisis

El punto de partida es, según Freeman, el siguiente: *“La innovación resulta crítica no solo para aquellos que desean acelerar o sostener un ritmo de crecimiento económico... sino también para quienes, alarmados únicamente por la cantidad de bienes, desean modificar el rumbo del progreso económico o concentrar su atención en la calidad de vida. Asimismo, resulta crítica para la conservación a largo plazo de los recursos y para la mejora del medio ambiente. La prevención de muchas formas de contaminación y el reciclaje económico de los productos de desecho, dependen igualmente del progreso tecnológico”* (Freeman, 1975, p. 20)

La combinación del enfoque “productivista” versus un enfoque más moderno, donde la innovación juega un papel esencial en conservación de los recursos y la mejora del medio ambiente (sostenibilidad) es de una actualidad incuestionable en un texto escrito hace medio siglo.

Una reflexión diferente tiene que ver con el riesgo de considerar a la innovación una suerte de “solucionador universal de problemas”, ignorando las necesarias consideraciones sobre la interacción y coevolución con otros muchos aspectos económicos y sociales, sin los cuales no es posible evaluar rigurosamente la importancia de la innovación para el desarrollo. En el capítulo anterior se ha expuesto como en determinados periodos de la evolución del pensamiento económico, el análisis de la tecnología y la innovación brillaba por su ausencia. Frente a esta “economía sin innovación” ahora queremos llamar la atención sobre el riesgo de un análisis de la “innovación sin economía” que ignore los señalados aspectos de interacción económica, social e institucional del cambio tecnológico.

En palabras de Freeman: *“Aun cuando la mayoría de los economistas han dado su respetuosa aprobación al cambio tecnológico, pocos han sido los que se han detenido a examinarlo. Por lo general consideraban que el flujo de nuevos conocimientos, de inventos y de innovaciones caía fuera del marco de los modelos económicos o, expresado de forma más precisa, los concebían como ‘variables exógenas’”* (Freeman, 1975).

Lo primero es perfectamente adecuado si vemos como el uso del término innovación se usa profusamente, muchas veces sin un sentido riguroso y en muchas ocasiones sin un análisis sobre lo que se considera como innovación, sus connotaciones dinámicas para el desarrollo, etc. Esto se completa con la segunda parte de lo aportado por Freeman: sigue dominando una consideración de la dinámica tecnológica como un fenómeno muy autosuficiente, recordando aquello ya señalado del carácter exógeno de la tecnología.

Actualmente, la fascinación por la tecnología está produciendo un efecto comparable. Por un lado, se produce un discurso “autónomo” del desarrollo de las tecnologías, olvidando su dimensión de relación social. Por otro, hay una peligrosa dominancia del enfoque “science push” que conlleva enfatizar la importancia del desarrollo científico,

con olvido de las interacciones con las instituciones y las condiciones económicas (de mercado y otras).

Un corolario importante es que la innovación tecnológica es fundamental para tener una perspectiva a largo plazo:

“Sin innovación tecnológica, el progreso en economía se detendría a la larga y en este sentido está justificado considerarla como factor primario, aun cuando actúe en estrecha relación con otros muchos.

En consecuencia, resulta más que justificado concentrar nuestra atención en el flujo de nuevas ideas, inventos e innovaciones científicas. Los esfuerzos por generar descubrimientos e inventos tienen lugar, cada vez en mayor medida, en el seno de instituciones especializadas, tanto en las economías planificadas como en las de mercado: la red de “Investigación y Desarrollo Experimental” (Freeman, 1975, p. 25).

Desde otra perspectiva, frente a la idea de la tecnología como factor residual, debemos pasar a considerarla como factor primario, aunque, como se ha insistido, sin desvincularla de otros factores. Cabría distinguir dos tipos de influencia de la tecnología; la que se produce en los avances dentro de un paradigma tecnológico y la que está detrás de cambios de paradigma². En ambos casos es central, pero con dinámicas distintas.

También nos alerta Freeman acerca de la valoración de la I+D. Su creciente vigencia en estudios y políticas puede inducir a un riesgo de comprensión importante.

“El enjuiciamiento de la R y D como una fuerza exógena y en gran parte incontrolable...se ha visto fomentado en el pasado tanto por los economistas como por los científicos...En cualquier caso, favoreció el enfoque de la ‘caja negra’... para la

² El concepto de paradigma y sus cambios se analiza en el apartado dedicado a Dosi.

ciencia y la tecnología, lo cual no solo abortó los intentos de comprender el proceso social de la innovación, sino que además puso en peligro toda la relación futura entre ciencia, tecnología y sociedad” (Freeman, 1975, p. 33).

En mi opinión, se está avanzado el problema muy actual de confundir I+D con innovación. El creciente interés de algunos autores por la innovación sin I+D sería una reacción a esta confusión. Además, vuelve a subrayar la importancia de tener una visión amplia de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y los fenómenos sociales y económicos. El olvido de esas relaciones dificulta considerablemente el poder diseñar actuaciones políticas menos economicistas y más eficaces.

La contrapartida nos la brinda con claridad al subrayar la importancia del enfoque histórico:

“La elección de un método histórico de enfoque es deliberada. La firma representativa abstracta es un dispositivo ficticio que posee muy poco valor para la comprensión de la función de la R y D industrial. Con el fin de poder establecer generalizaciones útiles sobre la R y D industrial en relación con el comportamiento de la firma, resulta esencial situar el crecimiento de este fenómeno de manera inequívoca dentro de un contexto histórico” (Freeman, 1975).

Toda una apuesta metodológica de gran valor en la actualidad donde se descontextualiza buena parte del análisis. En otros términos, se está apuntando hacia un método histórico-estructural en el que la estructura actual es la “herencia” de la evolución histórica. Desde esta perspectiva, esto conduce a la explicación de la formación de diferentes patrones internacionales de innovación o, si se quiere, de distintos sistemas (estructuras) de innovación.

En este contexto se reclama un papel determinante de los gobiernos en el amplio análisis social de los costes-beneficios del cambio técnico:

“Los gobiernos no solo están altamente comprometidos en asistir a las firmas en sus innovaciones... sino que probablemente tendrán una responsabilidad cada vez mayor en la “constatación tecnológica”, esto es, en el amplio análisis social en cuanto a coste-beneficio de las consecuencias probables del cambio técnico” (Freeman, 1975).

Esta necesidad de un análisis coste-beneficio sobre las consecuencias de las tecnologías es tanto más importante cuanto más nos acerquemos a situaciones de cambio de paradigma como al menos parcialmente puede ser el caso actual. Los poderes públicos deberían llevar a cabo esta función, sin la cual, la misión del “Estado Emprendedor”, tan prolíficamente mencionada en estos tiempos, quedaría “descafeinada” pues, además, esta función de comparación de costes y beneficios de las tecnologías no se puede abordar por entidades privadas ni “ajustarse” según los criterios de mercado.

2. El funcionamiento de la innovación

Una aportación trascendente procede de las conclusiones del Proyecto SAPPHO sobre los factores de éxito de la innovación desarrollado en la SPRU (1968-1972). Frente a la idea perseguida por el análisis neoclásico de encontrar “el factor determinante”, en este proyecto se trató de acotar los determinantes de una manera empírica, comparando ejemplos históricos concretos de innovación en la industria del Reino Unido; se comparan factores presentes en los casos de éxito y fracaso para ver cuales discriminan los éxitos de los fracasos. Los resultados fueron muy importantes, marcando en buena medida gran parte de la investigación empírica posterior sobre los factores de éxito de las innovaciones.

“De las doscientas mediciones intentadas, solo un pequeño número diferencian claramente entre éxito y fracaso, y estas variaban algo entre las dos industrias.

Las que destacan más claramente estaban relacionadas directamente con la comercialización... Los intentos afortunados se distinguían a menudo de los fracasos en una mayor atención prestada a la educación de los usuarios, a la publicidad, a la previsión del mercado y a la venta...y a la comprensión de las necesidades de los usuarios. Y se añade: la clave para el empresario innovador consiste en combinar el flujo de conocimientos técnicos con el flujo de conocimiento de los mercados” (Freeman, 1975, p.189).

Pensando en el mundo de hoy, esta combinación aparentemente sencilla es altamente complicada que se produzca, por eso las innovaciones tecnológicas con éxito son tan extraordinarias. La historia está repleta de ejemplos de tecnologías en competencia que siendo mejores que otras, no tuvieron su éxito y fueron superadas por otras.

Combinando esta reflexión con la del ciclo de las tecnologías (antes o después de que haya un diseño dominante) la consideración que aporta Freeman es una buena guía para ver que la mezcla tecnología-mercado varía a lo largo del ciclo del desarrollo tecnológico; la combinación de ambos elementos es relativamente sencilla en apariencia, pero está llena de matices en según qué fase del ciclo tecnológico nos encontremos.

Una reflexión que acompaña permanentemente estas consideraciones se refiere a la importancia de la incertidumbre en las actividades de innovación:

“Un mejor conocimiento de las condiciones del éxito puede mejorar el nivel general de administración en todos los intentos, pero no eliminará la posibilidad de fracaso cuando ganadores y perdedores sean parte del juego.

Aunque es verdad que las pruebas sobre estimación de proyectos no son todavía todo lo amplias que sería deseable y no constituyen pruebas contundentes, han de considerarse como base persuasiva para la hipótesis de que amplios márgenes de error...son característicos del proceso experimental de desarrollo” (Freeman, 1975, p.232).

Quiero subrayar la diferencia entre incertidumbre y riesgo. La incertidumbre no es la existencia de riesgo; en estos casos, las técnicas de cálculo de riesgo, asociadas, por ejemplo, a las primas de distintos seguros estimadas por métodos actuariales, permitirían hacer frente con alguna certeza al riesgo. Por el contrario, la incertidumbre afecta de manera radical a las distintas fases de creación y difusión de las innovaciones y, por tanto, a los resultados finales. Las técnicas de evaluación y selección de proyectos no eliminan la incertidumbre, sino que las sitúan en un nuevo plano.

Acerca del proceso de innovación, Freeman nos advierte también sobre la variedad de modalidades para innovar. Todas las empresas innovan, pero hay que ver cómo. El cuadro 3 sobre las modalidades de innovación es válido en la actualidad. Freeman, apostilla:

“Un posible enfoque de una teoría (de la conducta innovadora) es considerar las varias estrategias abiertas a una firma cuando se enfrenta con el cambio técnico. Este enfoque no pretende un equilibrio que nunca se alcanza, sino que tiene en cuenta el contexto histórico de una industria en un determinado país.

La conducta de las empresas no responde solo a precios. La tecnología y el mercado mundial son clave. La economía debe prestar más atención a ingenieros, la sociología, la psicología y la ciencia política: ya no es satisfactorio... explicar el comportamiento de la firma solo en términos de respuesta a ‘señales’ del precio en un ambiente externo y en ajustes hacia una situación de ‘equilibrio’. La tecnología mundial es una parte del

ambiente que rodea a la firma, como lo es el mercado mundial, y las respuestas adaptativas de la firma a cambios de la tecnología no pueden reducirse a reacciones predeterminadas a cambios en el precio” (Freeman, 1975).

Cuadro 3. Estrategias de la empresa

<i>Funciones científicas y técnicas dentro de la empresa.</i>										
<i>Estrategia</i>	<i>Investigación fundamental</i>	<i>Investigación aplicada</i>	<i>Desarrollo experimental</i>	<i>Ingeniería de diseño</i>	<i>Ingeniería de producción Control de calidad</i>	<i>Servicios técnicos</i>	<i>Patentes</i>	<i>Información científica y técnica</i>	<i>Educación y formación</i>	<i>Previsión a largo plazo y planificación de productos</i>
ofensiva	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5
defensiva	2	3	5	5	4	3	4	5	4	4
imitativa	1	2	3	4	5	2	2	5	3	3
dependiente	1	1	2	3	5	1	1	3	3	2
tradicional	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1
oportunista	1	1	1	1	1	1	1	5	1	5

El margen 1 al 5 indica desde débil (o inexistente) hasta muy fuerte

Fuente: Freeman (1975) página 258

Continúa profundizando en la diversidad de los elementos que hay que tener en cuenta:

“La ‘apreciación de la tecnología’ representa el máximo reto tanto para el sistema político como para las ciencias sociales, para medir, representar, desplegar e imaginar los beneficios y costes de las nuevas tecnologías. Esto pone difícil las cosas a los economistas. Significa que han de prestar más atención a los ingenieros, a la sociología, a la psicología y a la ciencia política” (Freeman, 1975).

Claramente, frente a la todavía preeminencia de considerar un flujir desde la ciencia a la tecnología y a la innovación, en la realidad, hay que atender a los factores históricos y sociales. Muchos programas de apoyo a la ciencia son escasamente útiles para generar las innovaciones que posibiliten el crecimiento, competitividad y desarrollo si no están inmersos en una concepción sistémica del proceso de creación y uso de las tecnologías y en una perspectiva histórica que permita valorar los cambios entre las diversas fases del desarrollo de las innovaciones.

Un apunte sobre las prioridades estratégicas de cara a las políticas:

“Lo que implica la necesidad de unas directrices para fijar las prioridades fundamentales en materia de gastos públicos en ciencia y tecnología y para la innovación industrial. La cuestión de la escala del gasto en investigación espacial, investigación médica, en aviación militar y civil, en aceleradores de partículas, en investigación oceánica, etc., no puede decidirse únicamente sobre una base ministerial o departamental, contemplando por separado cada caso concreto” (Freeman, 1975).

Esto es aplicable a casos como España donde se viene insistiendo en la necesidad de romper la fragmentación ministerial de las políticas y la fragmentación territorial. Propuestas como la de la creación de Consejos Nacionales de Innovación van en este sentido. También hay que mencionar que la importancia concedida a los “desafíos” y a la búsqueda de políticas transformadoras, están cruzadas de esta necesidad de visiones holísticas e integradoras.

Capítulo II. La dinámica del cambio tecnológico

Pocas opciones más atractivas que los trabajos de G. Dosi para adentrarnos en la dinámica del cambio tecnológico y la innovación por su importante papel en la renovación de la teoría del cambio tecnológico y la innovación (Dosi, 1984, 1988), entroncando con la línea de la teoría evolucionista (Nelson y Winter, 1982). He seleccionado dos aspectos centrales: 1) los “hechos estilizados” de la innovación tecnológica y 2) Los conceptos de “paradigma tecnológico” y “trayectorias tecnológicas”.

1. El punto de partida y los rasgos básicos de la innovación

El punto de partida, compartido con Freeman, es rechazar tanto la teoría del “empujón de la ciencia” como la del “tirón de la demanda” para analizar adecuadamente el cambio tecnológico. Con ello se ponen en cuestión tanto el modelo lineal, basado en el avance científico como la esencia del cambio, como en el de la dinámica del mercado como suficiente para entender ese cambio.

La teoría del “tirón de la demanda” se basa en conocer a priori la dirección que el mercado induce a la actividad innovativa de los productores. El que la innovación parta de una idea para el mercado no es sino una condición necesaria, pero no suficiente. Las teorías del empujón de la ciencia reconocen un hecho cierto, pues la ciencia tiene un papel importante, sin embargo, estas explicaciones suelen olvidar la importancia de los factores económicos y su incidencia en la dirección de la innovación tecnológica.

Consecuentemente, se rechazan tanto las políticas apoyadas en la ciencia (o en una versión complementaria, hacer “útil” la ciencia) como las que propugnan solo medidas regulatorias que garanticen la competencia.

Estas enseñanzas siguen vigentes para los procesos actuales: la mayor importancia de los inputs científicos en las innovaciones no debe conducir a un falso “determinismo científico” que es la otra cara del ya criticado “modelo lineal” de innovación. Debemos modular la creciente “fascinación por la ciencia” de manera que, de un lado, no se confundan los principios rectores de la ciencia como tal (singularmente la creación de un mayor y mejor “scientific common”) y la búsqueda de nuevos principios generales con la aportación que pueda derivarse hacia el cambio tecnológico, jugando, además, un papel clave en la formación de expertos científico-técnicos en nuevas áreas y disciplinas. Y, de otro lado, que no se ignore el papel de los elementos sociales e institucionales en todo el proceso de innovación tecnológica.

Adquieren una importancia singular lo que Dosi califica de “*hechos probados por la investigación sobre la innovación*”, que se refieren a rasgos singulares que orientan el nuevo enfoque. Desde la perspectiva de extraer enseñanzas para hacer frente a los desafíos actuales, se consideran los siguientes aspectos: los factores de la orientación del cambio técnico; el carácter acumulativo de conocimiento, el papel del aprendizaje y la importancia de la senda seguida anteriormente; las diversas maneras e innovar: heterogeneidad y variedad; el papel de la ciencia; la incertidumbre de los resultados y la creciente integración de la I+D en las estrategias empresariales.

1.1. Factores de la orientación del cambio técnico

El telón de fondo es un concepto del sistema económico en donde los cambios y transformaciones provienen de la interacción de sus partes constituyentes y algunas variables externas. Las principales serían el sistema técnico y el sistema social. Con ello se afianza la idea de que, para entender la innovación, debe hacerse considerándola parte un sistema más complejo y no un tema aislado. Esto refuerza los argumentos para rechazar políticas que olviden este hecho fundamental y se centren en las “viejas”

concepciones de la tecnología y la innovación identificadas anteriormente como “*science push*” o “*demand pull*”.

A nivel microeconómico la fuerza motriz es el cambio técnico; se pueden identificar regularidades y relaciones funcionales. Cada empresa es diferente porque el cambio técnico le afecta de manera distinta. Otra disquisición esencial: ni el cambio técnico está determinado por la ciencia, ni es puramente aleatorio; hay dinámicas propias que, en unión de elementos económicos y estructurales, “orientan” o “determinan” el cambio tecnológico.

1.2. El papel del conocimiento y el aprendizaje

La esencia de estas consideraciones proviene de considerar la tecnología no como información, sino como un tipo de conocimiento que tiene sus bases más reconocidas en los siguientes elementos:

- > El conocimiento, frente a la mera información, no está libremente disponible para todos los actores, sino que es costoso en términos de esfuerzo y recursos económicos y presenta ciertas características singulares.
- > El aprendizaje es el elemento sustantivo por excelencia. Este aprendizaje se puede realizar de muy diversas maneras: invirtiendo en nuevo conocimiento, aprendiendo mediante el uso, “copiando” y mejorando la copia, etc. En este punto, se hace hincapié en la existencia de importantes elementos del conocimiento que no se encuentran en ningún dominio público, sino que se encuentran de manera tácita en las personas y, lo que es si cabe más importante, en las organizaciones. La captación y asimilación de este tipo de conocimiento (saber hacer colectivo) exige una proximidad a esas fuentes y muchas veces un trabajo conjunto entre

personas e instituciones. El espacio para las políticas es sustancialmente distinto al que se plantea cuando se considera la información como el centro del problema; desgraciadamente uno de los rasgos del pensamiento dominante sobre la innovación es que centra muchos de sus esfuerzos en los análisis de la información y olvida lo demás (*big data, machine learning, AI, etc.*).

- > El subrayar el papel del conocimiento nos lleva a otro aspecto esencial para las políticas: el aprendizaje depende de una senda, de manera que lo que una empresa u organización es capaz de hacer en el futuro próximo depende de lo que ha venido haciendo en el pasado (“*path dependent*”). No se trata de un determinismo desde el pasado, que podríamos calificar de “*past dependent*”, sino de ser capaz de conocer las sendas de aprendizaje para profundizarlas o modificarlas si es necesario. Desde otra perspectiva sería remarcar el papel acumulativo que tiene la creación y uso del conocimiento que iría en favor de la continuidad de las políticas y orientaciones estratégicas frente a bandazos de esas políticas que impiden la acumulación y consolidación del conocimiento.

- > También en este dominio cabe destacar la importancia de la incertidumbre en los resultados para producir, usar o difundir el conocimiento. No es solamente lo que a veces se confunde con la existencia de riesgo, esto sería abordable desde técnicas de aseguramiento, sino que la incertidumbre va más allá. No hay manera de asegurar los resultados, sino que supone no solo que hay ausencia de información relevante sino también la existencia de problemas técnico-económicos cuyas fórmulas de solución no se conocen y que no se puede trazar con precisión consecuencias derivadas de las acciones.

1.3. Heterogeneidad y variedad en la innovación tecnológica. Diferencias sectoriales.

La consideración del cambio técnico como algo monocorde, donde unos pocos factores explicarían la actividad de las empresas (v.gr. tamaño de las empresas, la concentración de los mercados o las restricciones financieras) se deja de lado en favor de afirmar la variedad de las maneras de innovar y, por tanto, de los factores críticos en cada modalidad. Así, frente al caso repetidamente citado de la innovación basada en la I+D, se concede una importancia creciente a otras formas de innovar, cada vez más aglutinadas en lo que se denomina la “innovación sin I+D”. Esto incluye modalidades como la compra de tecnología o servicios tecnológicos, la incorporación de maquinaria y equipos más avanzadas, la experiencia de la ingeniería de producción etc.

Lo más destacado es que ello debe traducirse en enfoques de las políticas que tengan en cuenta dicha variedad y no se centren como muchas veces ocurre en fomentar las actividades de I+D, olvidando los otros escenarios. Además, dichos enfoques, generalmente no han contado con un proceso riguroso de evaluación de los resultados alcanzados.

1.4. El progreso científico y la integración de las actividades de I+D

De las reflexiones anteriores no debe deducirse que el nuevo enfoque no reconoce la importancia de la I+D. De hecho, gran parte del trabajo de Freeman consistía en aplicar el análisis económico a esta nueva faceta de las empresas que incorporan cada vez con mayor asiduidad a sus estrategias empresariales. Dosi avanza en el análisis de la complejidad creciente de la I+D, lo que exige que las empresas deban planificar este elemento como parte integrante de su estrategia. Se trata de una tendencia genérica que obviamente tiene múltiples matices en función del sector de actividad de la empresa, su tamaño o su papel dentro de un grupo empresarial.

Una parte importante de esa tendencia está relacionada con el papel creciente de los inputs científicos, las oportunidades tecnológicas que ofrecen y su papel en el desarrollo de oportunidades tecnológicas. Esta relación cada vez más compleja tiene aspectos muy importantes en cuanto a las necesidades de organización de las empresas acordes con esos desafíos y también la creación de crecientes y cada vez más complejas relaciones entre las empresas que aplican esas estrategias y las instituciones científicas. No solo se revoluciona el modo de funcionamiento de las empresas afectadas, sino que afecta a una parte sensible del sistema institucional.

Además de situar el tema de manera adecuada, recordando las otras muchas formas de innovar, se pone el acento en las importantes diferencias del papel de la ciencia en función de características estructurales, principalmente el sector donde las empresas desarrollan su actividad económica. El próximo análisis de las contribuciones de Pavitt profundiza en esta cuestión.

2. Paradigmas tecnológicos y trayectorias; el papel de los factores sociales e institucionales

Se comienza por una definición de la tecnología muy impresionista:

“Es un conjunto de piezas de conocimiento, tanto directamente ‘prácticas’ (relativas a problemas concretos y aparatos) como ‘teóricas’ (prácticamente aplicables, aunque no se hayan aplicado todavía necesariamente) ‘know-how’, métodos, procedimientos, experiencias de éxito y fracaso y también aparatos físicos y equipamientos. Los aparatos físicos existentes incorporan lo logros en el desarrollo de una tecnología en una actividad definida de resolver problemas” (Dosi, 1984).



Padrino de Keith Pavitt en su investidura como Doctor Honoris Causa de la UCM, 2001



Equipo rectoral de la UCM, 2003



Estancia de investigación en China, 2011



Premio de Transferencia de Tecnología y Conocimiento de la UCM, 2019



Premio Fermina Orduña de la Comunidad de Madrid a la innovación tecnológica, 2023



Galardón de la Oficina Compluemprende de la UCM, 2025

A partir de aquí, y siguiendo un paralelismo con las definiciones de Kuhn respecto a la ciencia, establece el concepto de **paradigma tecnológico**: “*un modelo y un patrón de solucionar un tipo selecto de problemas tecnológicos, basado en principios seleccionados derivados de las ciencias naturales y en tecnológicas seleccionadas*”, los paradigmas tecnológicos tienen un fuerte efecto exclusión.

Complementariamente, una **trayectoria tecnológica** es la manera normal de solucionar problemas basándose en los paradigmas tecnológicos.

Un aspecto importante es cómo se seleccionan estos paradigmas. En la secuencia ciencia-tecnología-producción, las fuerzas económicas y los factores institucionales y sociales operan como elementos selectores. El grado de determinismo aumenta desde el estadio de la ciencia pura al de la tecnología totalmente incorporada en productos y procesos. Cuando se ha seleccionado un camino, se establece una trayectoria natural que consiste en un trade-off multidimensional entre las variables tecnológicas definidas como relevantes por el paradigma. El progreso se puede definir como una mejora en aquel *trade-off*.

Las trayectorias tecnológicas tienen algunas características que conviene destacar:

- > Puede haber trayectorias más o menos generales y más o menos poderosas. Cuando una trayectoria es muy poderosa es muy difícil cambiar a otra.
- > Es muy común la existencia de complementariedades entre diferentes formas de conocimiento, investigación, experiencia, etc.

- > La frontera tecnológica puede definirse como el nivel más alto que se alcanza dentro de un sendero técnico con relación a las dimensiones tecnológicas y económicas relevantes.
- > El progreso tiene un carácter acumulativo por lo que la probabilidad de avances futuros se relaciona con el lugar que se ocupa con relación a la frontera tecnológica.
- > A priori es dudoso que pueda establecerse la superioridad de una trayectoria sobre otra.

Los múltiples factores económicos, sociales e institucionales, operan para concentrar esfuerzos en determinadas direcciones del desarrollo tecnológico, siendo particularmente destacable el papel de las instituciones públicas y las políticas adoptadas.

En la fase de selección previa, el mercado tiene poca capacidad para su determinación y hacen falta lo que llama "instituciones puente" entre la ciencia básica y la I+D aplicada. Evidentemente, hay muchos elementos institucionales que intervienen en el proceso de selección continua. De entre ellos destaca el papel de los conflictos sociales tanto en una vertiente negativa (rechazo de ciertos desarrollos tecnológicos) como positiva (impulso de otros desarrollos).

Al final del proceso, también el mercado ejerce una acción selectiva, pero de otra naturaleza. En efecto, su papel es seleccionar ex-post entre diferentes productos ya determinados por el desarrollo tecnológico impulsado desde el lado de la oferta. En síntesis, hay una influencia "ex-ante" en la que se seleccionan las vías del cambio técnico, se determina el universo de posibles modalidades a través del que se podrán satisfacer la "necesidades" genéricas o los requerimientos productivos. Ex-post, la

selección se produce entre los cambios producidos según criterios de mercado más cercanos.

En este punto puede hacerse un inciso importante recordando los ciclos por los que pasan las tecnologías en su proceso de instauración, madurez y declive, expuestos por Utterback y Abernathy (1975) y profundizados por Utterback (2001). El papel de las instituciones y el mercado se modulan de manera diferente en las distintas fases, existiendo una coevolución de las estructuras productivas y tecnológicas y las diferentes instituciones públicas y privadas que intervienen. Uno de los retos de las políticas es como fomentar la capacidad de adaptación de empresas e instituciones a los distintos requerimientos de las diferentes fases del ciclo de las tecnologías.

Los cambios en el ambiente pueden suponer incidencias importantes sobre todo el proceso de cambio tecnológico, incluso puede llegarse a plantear la posibilidad de nuevas trayectorias tecnológicas. Pero ello no significa que existan unos senderos tecnológicos alternativos "listos para usarse" o, aún menos, respuestas tecnológicas instantáneas a los cambios en las condiciones económicas. De nuevo, estamos ante aspectos vinculados a un proceso de creación y uso de conocimiento que es acumulativo e incierto en sus resultados. Con otras palabras: las relaciones entre la tecnología y los factores económicos son mucho más complejas y difíciles de predecir.

A partir de los conceptos anteriores se pueden derivar otras consideraciones importantes sobre la dinámica del cambio tecnológico. En primer lugar, con respecto a la fase de difusión de las innovaciones y los mecanismos de transmisión del cambio técnico. Así en este enfoque la difusión se contempla en sí misma como proceso innovador. La debilidad de otros modelos de difusión radica en que, de un lado, suponen una innovación para siempre, sin admitir posteriores mejoras de otros productores o de los usuarios de la tecnología y, de otro, no consideran el proceso de difusión en la producción dentro de las

explicaciones sobre la innovación. Por el contrario, en el nuevo enfoque, se afirma que la difusión en la producción está íntimamente asociada a innovaciones adicionales y mejoras. No se debe tan solo a un proceso de aprendizaje "natural" sino a la misma dinámica inter-empresas propiciada por la asimetría de las capacidades innovadoras.

A partir de este enfoque de la difusión, se estima que hay que orientar algunos aspectos importantes de las políticas de innovación, distinguiendo entre las que están más orientadas a la creación de tecnología propiamente dicha de otras cuyo foco es la aplicación o difusión de tecnologías existentes.

Otra cuestión que debe tenerse en cuenta es la interdependencia tecnológica entre sectores. Las tecnologías no deben ser consideradas confinadas en uno o pocos sectores, sino que en el proceso real existe una importante interdependencia tecnológica entre sectores, no solo a nivel "macro" como las que constatan las tablas *input-output*, sino que en el propio proceso de creación y funcionamiento de las tecnologías aparecen involucradas múltiples aspectos de conocimiento provenientes de otras. Este extremo ha podido ser contrastado en investigaciones sobre como las grandes empresas patentan no solo en las tecnologías de su actividad principal, sino en otras colaterales de donde provienen conocimientos e inputs que necesitan para su desarrollo tecnológico (Pavitt, 1984).

Debido a las interdependencias tecnológicas entre sectores puede darse el caso de una rápida difusión de una innovación en el campo internacional y ello afectar poco a la posición hegemónica del país originario porque conserva las ventajas de las interdependencias. La inversión exterior es, sin duda, una manera de difusión tecnológica, pero, por lo anterior, no afectará al patrón nacional de ventaja comparativa; para el país de acogida es un "*second best*" puesto que los efectos de reducción de la ventaja tecnológica podrían ser mucho mayores si se hiciera a partir de empresas locales. Un

refuerzo de esta idea es la evidencia disponible en el sentido de los recursos I+D que una multinacional localiza en un país exterior son menores de los que utilizaría una empresa de este país.

Otro aspecto importante que considerar se refiere a la relación entre cambio técnico y transformaciones del sistema. La idea de "trayectoria tecnológica" permite distinguir entre un cambio técnico fundamentalmente endógeno al sistema y otro exógeno, cuando se producen rupturas, solidas de la trayectoria. En esta fase, los aspectos de tipo institucional, avance de la ciencia, etc. son fundamentales. Una vez establecidas las posibilidades científico-técnicas (de una manera relativamente autónoma), los mecanismos económicos orientan el desarrollo tecnológico "normal", seleccionando y eligiendo innovaciones. En el sistema hay fuerzas que impulsan una homogeneización, (difusión) y otras que refuerzan la heterogeneidad (innovación).

Para terminar este epígrafe, Dosi recuerda cómo en su síntesis metodológica se han utilizado dos modelos complementarios: por una parte, los modelos evolucionistas de Nelson y Winter que buscan la teoría de las regularidades en las conductas institucionales y que incorpora importantes predicciones sobre el modo de interactuar de las empresas en sus entornos. Por otra, un modelo estructural débil, en el que se trata de las variables estructurales, incluidas, por supuesto, las asimetrías tecnológicas, definen los grados de libertad que tienen las empresas para su acción. Estos grados de libertad también son asimétricos y, en cierto modo, jerárquicos, porque no son los mismos para todos.

Capítulo III. De los factores determinantes a la diversidad: la taxonomía como paso esencial

1. Consideraciones previas: los “ingredientes”

El reconocimiento de la existencia de multiplicidad de opciones para innovar nos sitúa desde una perspectiva teórica ante un dilema no menor; si la innovación se logra por múltiples caminos será muy difícil acotar unos pocos factores que determinen esa innovación y, por tanto, será también muy complicado llegar a una teoría de la dinámica innovadora. Esta denominada por Nelson “balcanización” de los estudios, evoca el debate de lo que se conoció como la “batalla del método” en economía entre los siglos XIX y XX. Si, como señalaba la escuela historicista, cada caso es singular, en opinión de la corriente más ortodoxa no se podría tener una teoría científica del desarrollo. Para avanzar en este tema, el trabajo esclarecedor sobre el que se va a trabajar es el de K. Pavitt sobre patrones sectoriales y taxonomía que el mismo califica de paso crítico para una teoría de la innovación (Pavitt, 1984).

Lo anterior se acompaña de otra reflexión acerca de la asimilación de la tecnología como información que dominaba en muchos trabajos anteriores. Si bien las tecnologías tienen elementos de dominio público, predomina el carácter privativo de las empresas sobre aquellas. Pavitt contrapone el binomio “investigación e invención” como productor de información, con el de “desarrollo e innovación” como productor de tecnologías. De nuevo se insiste en la necesidad de tener claros los principios y conceptos para diseñar e implantar políticas eficaces para la promoción y el desarrollo de innovaciones tecnológicas.

Pavitt propone como alternativa viable un trabajo de clasificación de las diferentes formas de innovar de manera que sí se pueda tener una concepción teórica de diferentes

modelos y no tanto el “modelo único” de innovar. Esta fase del trabajo teórico, por otro lado generalizada en las ciencias experimentales, es tanto más necesaria cuanto mayor sea la diversidad a la que nos enfrentemos en el análisis teórico.

Un segundo punto básico es considerar que el sector es parte esencial para el análisis del cambio tecnológico. Desde el punto de vista económico esto es fundamental, ya que la competencia se establece dentro de sectores. No se trata de los sectores definidos en las clasificaciones estadísticas -aunque éstas tratan de ir acercándose a la realidad de la competencia- sino que la propia teoría económica define que la competencia se establece entre bienes o servicios iguales o sustituibles entre sí. En la concepción que se desarrolla, que ve la tecnología como parte de la dinámica económica, el papel de los sectores así definidos es crítico para poder identificar los procesos y factores que influyen en los diferentes casos de cambio tecnológico. En otros epígrafes, singularmente en el trabajo de Malerba, se insiste en el papel del sector, dando cabida no solo a los datos de número y tamaño de empresas, sino incluyendo los elementos institucionales y políticos de su estructura y funcionamiento.

De singular importancia para el análisis de la situación actual es el papel principal que, según Pavitt, tiene el sector industrial en la generación y difusión de las nuevas tecnologías, no solo en el uso propio que la industria hace de las mismas, sino por su papel como fuente principal de tecnologías utilizadas por otros sectores.

A partir de aquí, se trata de analizar los elementos que permitirían una comparación entre la forma de llevar a cabo el cambio tecnológico en distintos sectores. Para ello se identifican tres elementos básicos: las fuentes sectoriales de la tecnología (el propio sector u otro), las fuentes institucionales, como la propia empresa innovadora, otras empresas o universidades y centros públicos y, en tercer lugar, las características de la empresa innovadora (v.gr. tamaño y actividad principal).

Antes de desarrollar la taxonomía, dos consideraciones importantes de cara a las políticas de innovación.

- a) Las empresas, cuando toman decisiones sobre innovación no evalúan todas las posibilidades, sino que éstas están constreñidas por el rango de conocimiento existente y las habilidades disponibles en su entorno. En otras palabras, el cambio técnico es, en gran medida, un **proceso acumulativo específico de las empresas**.
- b) Los **sectores varían** en la importancia relativa de las innovaciones de producto y proceso, en las fuentes de la tecnología y en el tamaño y patrones de diversificación tecnológica de las empresas innovadoras.

La base de la taxonomía parte de la empresa innovadora, por lo que su actividad principal es esencial para entender las trayectorias. Consecuentemente es muy importante la distinción entre las fuentes internas y externas de la tecnología, así como los diferentes métodos usados para apropiarse de los frutos de la actividad innovadora.

Siguiendo con la consideración del carácter específico de la tecnología, a partir de la “privacidad” de la misma, es esencial criticar la idea sostenida desde muchos ángulos de que la tecnología es de libre disposición. La tecnología no es información, sino conocimiento y hay que “aprenderlo” con esfuerzo, costes e incertidumbre en los resultados.

Los “ingredientes” expuestos considerados enlazan con tres tradiciones analíticas que afloran repetidamente en el estudio de Pavitt:

- > La diversidad de patrones de innovación frente a la uniformidad del enfoque de los determinantes.

- > La diversificación de las actividades de la empresa, que conecta con los estudios propios de la Economía de la Organización Industrial, que distingue entre diversificación “relacionada” (cuando las novedades se producen en un entorno cercano al núcleo básico de la empresa) y la “no relacionada”, cuando se lleva a cabo en ámbitos más alejados de ese núcleo.
- > La naturaleza dinámica y acumulativa del cambio tecnológico.

2. La taxonomía y más allá

A partir de las premisas establecidas, la construcción de la taxonomía se lleva a cabo combinando los siguientes elementos:

- > Determinantes de las trayectorias que incorporan 3 elementos:
 - las fuentes de tecnología
 - el tipo de usuario
 - los métodos de apropiación de los resultados del cambio tecnológico
- > Elementos definitorios
- > Características medibles:
 - fuentes de las trayectorias este proceso
 - balance relativo entre innovación de producto y de proceso
 - tamaño relativo de las empresas innovadoras
 - intensidad y la dirección de la diversificación tecnológica

Cuadro 4. Trayectorias tecnológicas sectoriales: determinantes, direcciones y características medidas

Determinantes de las trayectorias tecnológicas					
Categoría de empresa		Sectores típicos	Fuentes de la tecnología	Tipo de usuario	Medios de apropiación
Dominadas por el oferente		Agricultura, construcción, servicios privados	Investigación, proveedores, servicios de información, grandes usuarios	Sensible al precio	Marcas, publicidad, etc.
De producción intensiva	Intensiva en escala	Materiales, bienes de consumo duradero	I+D, ingeniería de producción	Sensible al precio	Secreto del proceso, economías de aprendizaje
	Suministradores especializados	Maquinaria, instrumentos	Diseño y desarrollo de los usuarios	Sensible a resultados y eficacia	Diseño, know-how, patentes, conocimiento de los usuarios
De base científica		Electrónica, química	I+D, ciencia pública, departamento de ingeniería	Mixta	I+D, know-how, patentes, secreto

Cuadro 4. Trayectorias tecnológicas sectoriales: determinantes, direcciones y características medidas (continuación)

Trayectoria tecnológica	Características medibles			
-	Fuentes de la tecnología	Balance entre innovación de producto o de proceso	Tamaño empresa innovadora	Intensidad y dirección de la diversificación tecnológica
Reducción de costes	Oferentes	Procesos	Pequeño	Baja-vertical
Reducción de costes (diseño de productos)	Interna Oferentes	Procesos	Grande	Alta-vertical
Diseño de productos	Interna Clientes	Producto	Pequeño	Baja-concéntrica
Mixta	Interna Oferentes	Mixta	Grande	Baja-vertical Alta-concéntrica

Fuente: Pavitt (1984), traducción propia

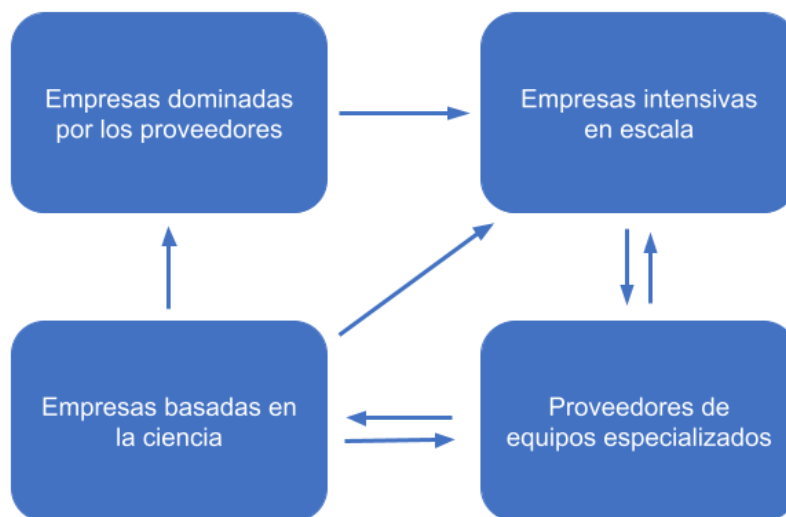
De cara al debate de las políticas tecnológicas, la taxonomía nos proporciona tres tipos básicos de trayectorias tecnológicas (cuatro si desglosamos los sectores intensivos en producción en intensivos en escala y proveedores especializados). Lo esencial es que las políticas deben diferenciarse y articularse teniendo en cuenta esos modelos distintos, así, por ejemplo, ciertas políticas muy extendidas que apuestan básicamente por el fomento de la investigación serían más apropiadas para los sectores basados en la ciencia que en, pongamos por caso, los proveedores especializados en los cuales el desarrollo y el contacto con el cliente juegan un papel nuclear en su desarrollo tecnológico.

De manera complementaria se pueden hacer otras consideraciones. Así, en el caso de los sectores dominados por los oferentes, cabe subrayar la importancia de sectores de servicios, así como construcción, vivienda y otros. En los intensivos en producción merece la pena indicar la importancia de conceptos esenciales del capitalismo industrial como la división del trabajo y la simplificación de tareas como palanca que facilita la introducción de maquinaria, sea de características más tradicionales como la que incorpora equipos crecientemente robotizados que están incrementando su presencia de manera acelerada. En los sectores basados en la ciencia destaca la necesidad de relacionarse con la investigación científica, pero de una manera más compleja que la prevista en los modelos lineales; así se puede resaltar, primero, la importancia de la investigación dentro de las empresas, incluida la investigación básica; el surgimiento de instituciones híbridas como los centros científico-tecnológicos y la creciente importancia de los “*spin-offs*” que se desprenden de las instituciones científicas.

Otros dos elementos de importancia son, primero, que las categorías establecidas no son un marco cerrado, donde cada tipo de empresa desarrolla estrategias según el patrón básico en el que mueve. Por el contrario, como recoge el gráfico 5, existen relaciones entre las categorías que hace más complejo el mapa; de ello se desprende que el diseño

de actuaciones específicas debe ser suficientemente abierto para incorporar esas relaciones entre diferentes tipos de empresas.

Gráfico 5. Los mayores vínculos tecnológicos entre diferentes categorías de empresas



Fuente: elaboración propia

El segundo se refiere a que las empresas, lejos de una asignación estática a modelos de comportamiento, presentan características evolutivas. A modo de ejemplo, los sectores y más aún las empresas, pueden cambiar de ser dominados por el oferente a un modelo de producción intensiva como resultados del acceso a mercados más amplios para las

empresas. Por consiguiente, las políticas deben ser suficientemente abiertas para integrar los posibles cambios de modo de innovar de las empresas.

3. Cómo seguir mejorando: la insatisfacción como incentivo para la mejora

A partir de aquí, conviene introducir dos consideraciones complementarias sobre asuntos de particular importancia: la necesidad de mejorar la taxonomía y el uso de datos empíricos y estadísticas.

A pesar del esfuerzo teórico y empírico que hay detrás de su taxonomía, se plantea la necesidad de mejorarla. En gran medida como consecuencia de la base estadística utilizada la clasificación sectorial se refiere muy mayoritariamente a los sectores industriales; la inclusión parcial de algunos servicios en el tipo de trayectoria tecnológica dominada por los oferentes solo es un primer apunte para la mejor incorporación de los servicios. Un tiempo después reelaboró la taxonomía incluyendo un nuevo tipo de trayectoria tecnológica sectorial que denomina intensiva en información (ver cuadro 5). No se trata de que el uso de la nueva información afecta a todo tipo de sectores y empresas, sino de una forma peculiar de cambio tecnológico en el que destaca, y el que al igual que hizo con los primeros cuatro tipos, necesita unas actuaciones de políticas públicas de apoyo a la innovación que pongan el foco en los elementos diferenciadores de esta trayectoria.

Cuadro 5. Nueva taxonomía de Pavitt

	Dominada por la oferta	Intensiva en escala	Intensiva en información	Basada en ciencia	Proveedores especializados
Sectores típicos	Agricultura Servicios Industria tradicional	Materiales de construcción Automóviles Obras públicas	Finanzas Comercio minorista Publicidad Agencias de viajes	Electrónica Química	Maquinaria Instrumentos Software
Fuentes principales de la tecnología	Proveedores Aprendizaje de producción	Ingeniería de producción Aprendizaje de producción Oficinas de diseño de proveedores	Departamentos de software y sistemas Suministradores especializados	Investigación básica de I+D	Diseño Usuarios avanzados
Principales elementos de la estrategia tecnológica	Utilizar la tecnología de cualquier parte para reforzar otras capacidades competitivas	Integración creciente de cambios en sistemas complejos Difusión del mejor diseño y práctica productiva	Diseño y práctica de sistemas complejos de procesamiento de la información Desarrollo de productos relacionados	Explotar la ciencia básica Desarrollo de productos relacionados Obtener activos complementarios Redefinir las fronteras	Monitorizar las necesidades de los usuarios Incrementar la nueva tecnología de manera gradual

Fuente: Tidd, Bessant y Pavitt (1997), traducción propia

Un segundo tema que no debe olvidarse es el uso de datos y estadísticas como soporte esencial del avance teórico y, consecuentemente, de la posibilidad de desarrollar actuaciones políticas más robustas. En el momento de elaborar su artículo el panorama estadístico acerca del cambio tecnológico estaba casi monográficamente dominado por las estadísticas de I+D, gracias al esfuerzo llevado a cabo por la OCDE al que no fue ajeno el propio Pavitt. Él se hace eco de las limitaciones de esas estadísticas porque, además de los problemas de estimación que tiene un asunto bastante novedoso en el análisis económico, en su diseño no se incluyen las actividades de las empresas más cercanas a la innovación.

La llamada a un enriquecimiento de la información se centra en el uso de los datos de patentes como indicador más próximo a la actividad productiva e innovadora de las empresas. Su valoración sobre la superioridad de los datos de patentes sigue la argumentación de Griliches (1990) al demostrar que son más fiables y generalizables. No obstante, su uso debe hacerse a partir de un profundo conocimiento de sus posibilidades y limitaciones, que también tienen (Pavitt: 1988). En otros trabajos se muestran los frutos que dan el uso de esta fuente singularmente en lo referido a las comparaciones internacionales e intersectoriales (Patel y Pavitt, 1991).

Aunque con menos detalle apunta la conveniencia de elaborar nuevas estadísticas partiendo de la información de las empresas por medio de diversos tipos de encuesta, lo que unos años más tarde se concretó en la puesta en marcha de las encuestas de innovación de las empresas puesta en marcha por la OCDE (Manual de Oslo).

Se terminan estas reflexiones sobre Pavitt recogiendo un alegato brillante contra generalizaciones. Dice:

“Las evidencias de experiencias personales y la evidencia anecdótica de los colegas es una base insuficiente para las políticas que abarcan un amplio abanico de

posibilidades; [...] Dada la variedad de patrones de cambio técnico que hemos observado, la mayoría de las generalizaciones son probablemente erróneas tanto si se basan en experiencia práctica muy específica, aunque sea profunda o en un modelo analítico simple aunque sea elegante”.

Capítulo IV. El sistema sectorial base para innovar

Me he referido repetidas veces al papel del sector de actividad como entorno esencial para la innovación. La profundización en este tema se hará de la mano de Malerba, a través de su concepto de Sistema Sectorial de Innovación y Producción (SSIP). Su relevancia viene dada por dos aspectos singulares.

El primero, ya anticipado en páginas anteriores, es la necesidad de considerar la actividad sectorial en la dinámica innovadora; las recientes transformaciones en la dirección de fusionar sectores industriales y actividades de servicios nos indica que hay que actualizar los parámetros de cómo se organizan las estadísticas correspondientes - nuevas definiciones de sectores- pero, la idea básica de que la competencia se establece en sectores sigue siendo válida. La definición de la teoría económica es una buena guía: un sector se define por la existencia de bienes (o servicios) iguales o sustituibles entre sí.

El segundo es consecuencia de recalcar algo que está presente en el nuevo enfoque de la economía de la innovación: la innovación se produce en un marco de interacción de factores tecnológicos y económicos (también sociales). Hay que desechar la tendencia en aumento de considerar la innovación de manera autosuficiente y recuperar la perspectiva de interacción entre ambas esferas. En esta línea, la aportación de Malerba es particularmente sugerente.

El análisis se desarrolla en los siguientes apartados: 1) Definición y elementos básicos constitutivos del SSIP. 2) Relaciones con los Regímenes Tecnológicos y 3) Reflexiones finales.

1. Concepto y relaciones básicas

El Sistema Sectorial de Innovación y Producción (SSIP) es un conjunto de productos y agentes que llevan a cabo interacciones de mercado y de no-mercado para la creación, producción y venta de aquellos productos. En un momento donde proliferaban distintos conceptos de Sistema de Innovación, el enfoque de Malerba es más potente al combinar producción e innovación, alejándonos así del riesgo de analizar la innovación al margen de la economía. De hecho, permite una aproximación a la realidad actual más rica que la de tener solo en cuenta el sistema o ecosistema de innovación; debates actuales sobre las “misiones”, los “desafíos” o “proyectos tractores” se ven mejor enfocados al combinar los aspectos productivos y de innovación. Esta concepción sectorial enriquece el enfoque más tradicional de la Economía de la Organización Industrial al poner en primer plano el sector como el lugar básico de competencia donde se toman las decisiones estratégicas, es un concepto amplio de sector y resaltando los aspectos de la organización de la innovación.

El Sistema Sectorial que se propone, tiene una base de conocimiento, tecnologías, inputs y demanda. Las ventajas del concepto es una mejor comprensión de la estructura y límites de un sector; los agentes y sus interacciones; los procesos de aprendizaje, innovación y producción; la transformación de los sectores y la base de los resultados diferentes de las empresas y países en un sector.

Esta perspectiva se aleja de otras consideraciones más institucionalistas sobre el sistema de innovación (Edquist, Lundvall) y la acerca a la perspectiva de Tidd, Bessant y Pavitt en su libro *Managing Innovation* (1997). Para estos autores, se trata de ver los condicionantes nacionales para la toma de decisiones de las empresas en relación con el cambio técnico y la innovación. Desde esta perspectiva, habría que hablar, en primer lugar, de elementos que directamente afectan a esas decisiones: las oportunidades de la

demanda, la presión competitiva, las diferencias en capacidades y formación de las empresas, las distintas competencias en investigación de estas, sus diferentes capacidades productivas, el papel de las pequeñas empresas, las formas de apropiarse de los beneficios de la innovación y la capacidad para aprender de otros sistemas de innovación. A ello, se añaden elementos más institucionales como las finanzas, la capacidad de gestión o el tipo de dirección de las empresas. Esta integración de la innovación en lo productivo es un buen “antídoto” contra quienes se olvidan de sus relaciones con la estructura y dinámica económica.

El concepto propuesto es la resultante de una combinación de diferentes bases teóricas entre las que se encuentran:

- > La teoría evolucionista de la innovación, que pone el acento en la noción de aprendizaje, el conocimiento y la competencia entre paradigmas.
- > La teoría de los Sistemas de Innovación, con una mayor inclinación hacia aquellas versiones donde prima la influencia que el Sistema tiene sobre las decisiones inmediatas de las empresas innovadoras.
- > Las tesis del cambio y transformación de los sectores que nos vuelven a traer el concepto de “ciclo” para entender que las relaciones son cambiantes en el tiempo.
- > Las aportaciones de la tradición de la Economía de la Organización Industrial, que parte del sector como elemento básico para ver la estructura de competencia y ver como los aspectos estructurales de aquellos, influyen en las decisiones tomadas por las empresas y en los resultados que éstas alcanzan.
- > Las relaciones de interdependencia y límites entre los sectores. Básicamente se trata de propugnar que la correcta comprensión de la dinámica de un sector debe hacerse teniendo en cuenta las relaciones con otros sectores relacionados. En este

sentido se acerca al concepto de “filial de producción” o “cadenas de producción” acuñado principalmente por la escuela francesa.

La trascendencia del nuevo concepto se hace patente al considerar los elementos básicos del SSIP:

- > Productos: bienes o servicios que tengan las mismas características y que puedan ser sustituibles entre sí.
- > Agentes: organizaciones empresariales y no empresariales (universidades, instituciones financieras, gobierno...) así como organizaciones de menor nivel (Departamentos de I+D) o de nivel superior (v.gr. consorcios) e individuos.
- > Procesos de conocimiento y aprendizaje: los conocimientos que son la base de la actividad innovadora y productiva y que difieren entre los sectores y que afectan seriamente a las actividades innovadoras y a la organización de las empresas.
- > Tecnologías básicas, inputs, demanda y vínculos y complementariedades relacionadas.
- > Mecanismos de interacción tanto dentro de las empresas como con otras empresas
- > Procesos de competencia y selección.
- > Instituciones: tales como patrones, regulaciones, mercados laborales etc.

2. Relaciones con otros conceptos analíticos: los regímenes tecnológicos

Malerba parte del papel central que juega el conocimiento en la innovación y la producción; el conocimiento es altamente idiosincrático de la empresa y no se difunde libre y automáticamente; tiene que ser absorbido por las empresas mediante sus habilidades específicas acumuladas en el tiempo. Por otra parte, el conocimiento difiere

entre sectores tanto en sus bases como en los procesos de aprendizaje. Otras dimensiones del conocimiento son importantes para explicar las actividades innovadoras en un sector: se trata de la accesibilidad, la oportunidad y la acumulabilidad.

La accesibilidad se refiere a la capacidad para incorporar conocimiento externo a la empresa y puede ser propio del sector o externo al mismo. Una mayor accesibilidad normalmente irá asociada a una menor concentración del sector y estaría asociada a las diferentes oportunidades científicas y tecnológicas.

La oportunidad tiene que ver con las distintas fuentes de conocimiento según los sectores. Puede estar relacionada con la mayor disponibilidad y detalle de los avances científicos, a los progresos en los equipos e instrumentación de la I+D o las relaciones con los proveedores o usuarios de las empresas.

La acumulabilidad también difiere entre sectores. En general nos referimos al grado en que la generación de nuevo conocimiento depende del conocimiento actual disponible. Se pueden identificar tres fuentes de la acumulabilidad. Primero, el proceso de aprendizaje y los crecientes retornos dinámicos al nivel tecnológico. Segundo, las capacidades organizativas; estas son específica a las empresas y sólo gradualmente se incrementan con el tiempo. Tercero, retornos desde los mercados, como los mecanismos explicativos de “el éxito atrae más éxito”.

Estas características, complementadas por la distinta apropiabilidad del conocimiento, están en estrecha relación con el concepto de Regímenes Tecnológicos, según se deriva de la consideración de los dos regímenes esenciales que se deducen de los Modelos I y II de Schumpeter. A partir de aquí se definen dos tipos básicos de Regímenes Tecnológicos: extensivo e intensivo. Sus características básicas serían:

- > Régimen extensivo (Schumpeter Mark I):

- Alta oportunidad: amplias oportunidades para crear nuevo conocimiento e innovaciones
 - Baja apropiabilidad: lo que significa que es difícil para la empresa innovadora apropiarse en exclusiva de los frutos de la innovación
 - Baja acumulabilidad: menor potencial de aprender sobre las propias bases generadas en tiempos futuros
- > Régimen Intensivo (Schumpeter Mark II):
- Alta oportunidad
 - Alta apropiabilidad
 - Alta acumulabilidad

El modelo I, se caracteriza por la “destrucción creadora”, con facilidad para que entren nuevas empresas y así dificultar el mantener situaciones de monopolio de las innovadoras. El modelo II se caracteriza por una acumulación creativa, con prevalencia de empresas grandes que acumulan sus capacidades y están en mejor situación para mantener sus posiciones de monopolio. Debe subrayarse que ambos Regímenes conviven en la realidad, incluso que su preponderancia en un sector puede cambiar con el tiempo.

De cara a la reflexión sobre las políticas posibles, se desprende que los modelos I y II son dos universos diferentes que deben ser tratados de manera distinta. Si, además, se tiene en cuenta la taxonomía de Pavitt, estamos ante una guía para la diferenciación de las actuaciones en contextos que innovan de formas distintas. Se subraya así lo señalado en otros capítulos, la heterogeneidad de la realidad implica la necesidad de políticas diferenciales y adaptativas.

La presencia relativa de Regímenes es bastante similar entre países, lo que contrasta con las importantes diferencias en los modelos de innovación preponderante en cada sector. Los Sistemas Sectoriales difieren en las tecnologías básicas, las condiciones de demanda y otros vínculos y complementariedades. Singularmente relevante son las interacciones de distintos tipos y estructuras entre empresas y no empresas de carácter heterogéneo. De particular importancia son las relaciones entre los diferentes agentes el SSIP.

Partiendo de esas consideraciones, Malerba hace un razonamiento que tiene gran significado en las circunstancias actuales: la dinámica de los sectores no consiste solo en el crecimiento, sino que también incluye su transformación y evolución. Esto nos enfrenta con la importancia del “Sendero evolutivo” de las empresas, la coevolución institucional y productiva de los sectores. De nuevo señales importantes de cara a la implementación y seguimiento de políticas para el fomento de la innovación.

3. Recapitulación

De manera sintética se puede hacer un balance de las principales sugerencias que el trabajo de Malerba nos hace a la hora de diseñar y poner en práctica actuaciones de política encaminadas a impulsar la innovación; serán tres ejes complementarios:

- > La necesidad de manejar el concepto de sector incluyendo los aspectos de innovación y producción. A partir de la definición que ha dado del SSIP, las políticas deben tener en cuenta no solo el crecimiento de los diferentes sectores implicados, sino que deben considerar también su transformación cualitativa.
- > La enumeración de los elementos constitutivos ha puesto de relieve la necesidad de tener en cuenta aspectos muy pocas veces incorporados a las reflexiones. Entre ellos, se quiere destacar, el papel de las fuentes y dinámica del conocimiento, la

importancia del análisis de la demanda y la trascendencia analítica de poner el foco en la interacción entre los diferentes elementos del SSIP.

- > La importancia de tener en cuenta la coexistencia de Regímenes Tecnológicos distintos que tienen características diferentes y que, por tanto, condicionan de diferente manera la efectividad de las políticas.

Capítulo V. Desentrañando el proceso de globalización de la tecnología

A finales del siglo XX se asistía a una expansión de la internacionalización de las actividades tecnológicas que para muchos autores significaba el triunfo del “tecno globalismo”. En palabras de Daniele Archibugi y Jonathan Michie:

“La tesis del ‘tecno globalismo’ supone un desplazamiento de los sistemas nacionales y se puede deducir que las políticas nacionales son poco eficaces para promover domésticamente el desarrollo tecnológico” (Archibugi y Michie, 1995).

Y, continúan:

“El estado de la cuestión es que, las tendencias de una mayor actividad tecnológica internacional han conducido a opiniones divergentes respecto al significado de nacional y global en el ámbito tecnológico, con una pérdida sustancial de las políticas nacionales”.

Para analizar en profundidad esta cuestión Archibugi y Michie proponen un marco analítico basado en una taxonomía que incorpora tres categorías distintas en la globalización tecnológica:

- a) Explotación global de la tecnología
- b) Colaboración tecnológica global
- c) Generación global de la tecnología

A lo largo del siglo XXI se han producido hechos muy sustanciales para cuya comprensión se requiere una vuelta a este tipo de análisis.

En primer lugar, se acentúa la tendencia a una pérdida de peso de las actividades industriales en buena parte de las economías desarrolladas, principalmente en EEUU y gran parte de la UE. Para no pocos autores y responsables políticos, esto es una consecuencia de los “excesos de la globalización”, a través de cadenas de valor cada vez más globalizadas (CGV), que habrían hecho perder a los países mencionados una parte del control sobre las tecnologías, generando capacidades competitivas en otros entornos, señaladamente en países asiáticos.

La segunda circunstancia que hay que contemplar son las sucesivas crisis internacionales, principalmente, la financiera de 2008 y la que es consecuencia de la pandemia de la COVID 19, pero a las que hay que añadir más recientemente las guerras abiertas en Ucrania y Palestina. Estos hechos han reforzado una visión crítica de la situación internacional, especialmente referida a la capacidad de los países para abastecerse de los elementos necesarios para su consumo o para la producción de sus bienes y servicios. De alguna manera se ha puesto en entredicho la eficacia y resistencia de las CGV.

Sumadas ambas tendencias, se ha generado un caldo de cultivo propicio a la revisión del pensamiento sobre globalización y se han puesto de actualidad conceptos como, la necesidad de “desconexión” (al menos parcial) de la globalización, la necesidad de un cierto “proteccionismo” de la tecnología de los países desarrollados (“teco proteccionismo”) o la conveniencia de reforzar la “soberanía tecnológica” en la UE y también en EE.UU.

En mi opinión, igual que hace un cuarto de siglo el trabajo de Archibugi y Michie fue muy importante para una correcta valoración del “teco globalismo”, hoy es igual de importante para diseccionar adecuadamente las tendencias que hemos comentado.

Preguntas sobre la verdadera extensión de la globalización de la tecnología no pueden ser respondidas de manera simple, dada la complejidad de fenómenos que entrañan.

Para contrarrestar las discusiones meramente conceptuales o “políticas”, lo que se propone es indagar en las fuentes estadísticas que nos permitan valorar más científicamente el proceso y huir de discusiones espurias. Para ello, se siguen los tres niveles reseñados, en el entendimiento de que no tiene por qué producirse una tendencia uniforme en todos ellos.

1. Los niveles de análisis

Primer nivel: la explotación global de las tecnologías. Las empresas explotan sus tecnologías en los mercados internacionales. Es más acusado en los productos intensivos en tecnología. Además de la tecnología *incorporada* en bienes y servicios, la explotación internacional también se lleva a cabo de una manera *desincorporada* (*know-how*, licencias, etc.). Los autores se refieren a ello como la “invasión” de tecnología desde el exterior e “invasión” al exterior.

Pues bien, se trataría de ver si las tendencias que revelan los datos sobre comercio internacional (especialmente en bienes y servicios de alta tecnología) o las patentes desde y para países distintos a los domésticos en los años más recientes, permiten confirmar la tendencia creciente de esta forma de internacionalizar la actividad tecnológica (tal y como los autores confirman para finales del siglo pasado) o si, por el contrario, ha habido cambios en su dinámica.

El segundo nivel, la colaboración tecnológica global se refiere a desarrollos tecnológicos que incorporan socios de más de un país. Pueden intervenir entidades públicas y privadas y se refiere tanto a intercambios-colaboración a nivel de personal cualificado (v.gr. el intercambio de científicos o la presencia de estudiantes de posgrado

de varios países) como a la colaboración para la innovación entre empresas de países distintos. Es de particular importancia el fenómeno de las “colaboraciones tecnológicas estratégicas”. Se trata de colaboraciones entre empresas independientes de más de un país para el desarrollo de alguna nueva tecnología- de proceso o producto que afecte a la “posición estratégica” de los agentes intervinientes. Lo que diferencia estos procesos de los más habituales de fusiones entre empresas o absorciones, es que en el caso de las colaboraciones estratégicas las distintas empresas que forman parte de ellas mantienen su independencia como empresa; la colaboración se acota a la tecnología específica, pero en el resto de los aspectos siguen siendo competidoras.

El tercer nivel se refiere a la generación de tecnología a escala global. Es un fenómeno característico sobre todo de las empresas multinacionales, que pueden establecer sus propias redes internacionales de I+D. Este proceso de incremento de la participación global lleva aparejados también cambios cualitativos en el despliegue internacional de las Empresas Multinacionales (EMN). Entre otros, pueden mencionarse los siguientes: se han producido cambios en la estructura de ese despliegue, pasando de dominar una estructura de “pulpo” o “estrella”, donde la matriz domina toda la estructura estableciendo las relaciones entre ella y las distintas subsidiarias, a una estructura en forma de “red”, donde además de las relaciones de la matriz con las filiales, aparecen fenómenos más colaborativos entre los distintos agentes de la red de sucursales de la EMN.

De cara a las actuaciones de política, se deben diferenciar dos dinámicas; primero, los fenómenos de salida desde los distintos países hacia otros para desarrollar actividades de I+D; es el caso de los fenómenos relativamente clásicos de acumulación de ventajas de la empresa que desarrollan un fuerte potencial de explotación a escala internacional. Pero simultáneamente, el fenómeno puede estudiarse desde el punto de vista de los países

receptores de las actividades de I+D de empresas foráneas y evaluar las consecuencias para los sistemas nacionales en función de las relaciones que las filiales de EMN establezcan con empresas e instituciones del país receptor.

De este modo, es posible distinguir tanto las diferencias entre sectores, como las que se dan entre países. En el primer caso, las consecuencias pueden ser notablemente distintas si se trata de sectores tecnológicamente avanzados, que lideran el cambio tecnológico o si estamos ante sectores de tecnologías más tradicionales, donde existen menores distancias entre las empresas de unos países y otros. Igualmente, la casuística entre países de origen de las EMN es diferente; el tamaño del país es importante en la medida que las empresas originarias de países grandes, con mayor diversificación productiva y tecnológica, tienen menos necesidades de completar el conocimiento necesario fuera de sus fronteras; en cambio las EMN de países más pequeños, por lo general están más abiertas a la proyección internacional en el ámbito de la tecnología.

Frente a la idea de que las EMN que aportan su tecnología lo hacen sin que ello suponga ningún tipo de coste, se constata que el mero proceso de aplicación necesita de un esfuerzo tecnológico y económico para adaptarse a las condiciones de los países huéspedes en ámbitos como las regulaciones, formación de la mano de obra, disponibilidad de inputs, etc. A partir de esta constatación se distingue entre dos estrategias “tipo”.

De un lado, estarían las que se basan principalmente en explotar las condiciones de los mercados de acogida, aprovechando la superioridad tecnológico-económica de las filiales. En ocasiones esta estrategia se denomina de “*market seeking*” o, como la denominó Kuemmerle (1999), “*home base exploiting*”. De otro estarían las estrategias que buscan no solo mercados, sino otro tipo de activos vinculados al conocimiento; serían las estrategias de “*asset seeking*” o “*home base augmenting*”. Las consecuencias tanto

para los países de origen como para los que acogen subsidiarias son de muy distinto calado; si bien a nivel cuantitativo predominan las que se orientan esencialmente por la explotación de los mercados.

Todo lo anterior se plasma también en importantes impactos sobre la especialización tecnológica de los países. De nuevo un proceso de doble vuelta: de una parte, las filiales de EMN que se establecen en un país pueden ser un factor importante para aumentar el peso relativo de los sectores de actividad donde se radican; de otra, en una mayoría de situaciones, la capacidad de atracción de actividades de I+D de las EMN está estrechamente vinculada a las fortalezas tecnológicas del país huésped.

2. Conclusiones y políticas

De los tres niveles analizados, el protagonismo del primero es incuestionable y los datos sobre comercio internacional y la “transnacionalidad” de las patentes así lo corroboran. En este sentido, la información más reciente disponible no apunta a una alteración básica de la importancia de este proceso de “explotación global de la tecnología”. Lo que sí se observa es una fuerte tendencia a modificar el peso relativo de distintas áreas y países, con una creciente pujanza de Asia, y en particular China.

Por el contrario, el tercer nivel, supondría, un caso de no-globalización (Patel y Pavitt, 1991). Con otras palabras, a pesar del incremento de actividad de I+D de las EMN en el exterior, el papel central de las casas matrices no había desaparecido, como lo refleja el que una mayoría de las patentes de esas empresas se solicitan desde el país originario, a pesar del aumento de las que se solicitan desde terceros países.

Habría que profundizar en el conocimiento de esa tendencia en los últimos años y ver si la llamada “desconexión” o “tecno proteccionismo” está reflejándose en un menor peso de la actividad tecnológica de las filiales frente a las casas matrices, como podría

verse en un incremento de las patentes solicitadas desde el país de origen de las empresas. El asunto se hace más complicado si se tiene en cuenta que el mayor protagonismo que iban teniendo las filiales, estaba en estrecha relación con su mayor integración con empresas e instituciones locales.

A mi juicio, es en este tercer nivel donde se están produciendo los cambios más sobresalientes en los últimos años. Por ello, de cara a las políticas es importante corroborar empíricamente la realidad del proceso, antes de plantear soluciones del tipo de buscar una mayor soberanía tecnológica por parte de los países desarrollados. La forma de enfrentarse a los cambios que se están produciendo debe basarse en un conocimiento preciso y en analizar con rigor los impactos de una desconexión con las CGV. Más allá de las consecuencias a largo plazo para los países centrales, es seguro que se producirían efectos poco deseables para países en desarrollo que, gracias a una mayor participación en las CGV podían vislumbrar un progreso tecnológico y económico, aunque fuera parcial.

El trabajo que se ha resumido permite apuntar formas de actuación atendiendo a cada casuística: actuaciones comerciales, sobre los derechos de propiedad intelectual, sobre los convenios transfronterizos, sobre los estímulos a la localización de empresas, incluyendo actividades de creación de tecnología. En casos como el de España, hay un elemento adicional central debido a su pertenencia a la UE. ¿Se quiere replantear la situación de un país dentro de la UE o en el conjunto de la división internacional del trabajo de manera más amplia? Además del efecto de las empresas del exterior, poco se discute sobre el impacto de las políticas de las empresas nacionales que desarrollan sus actividades tecnológicas fuera de sus territorios nacionales; esto no es un aspecto que solo afecte a los EE.UU. pues incluso países intermedios como España tienen casos notables de ese tipo de actividades.

No se trata de una cuestión nueva, pues ya desde los años 1980 se escuchaban voces alertando del proceso de “*hollowing out*”, producido como consecuencia de una importante emigración de la I+D de empresas europeas hacia otros países, buscando el conocimiento que necesitaban para poder estar en el primer plano de la competencia internacional, no era compensado por un movimiento igual de potente de inversiones en I+D en países europeos por parte de empresas no europeas (vv.aa., 1998). Además, a un nivel más concreto, debería valorarse rigurosamente la conveniencia de estímulos estatales a la I+D de empresas extranjeras para potenciar su vinculación al sistema nacional de innovación e igualmente valorar el apoyo las actividades de I+D de empresas nacionales en el exterior.

Capítulo VI. De las políticas científicas y tecnológicas a las políticas de sistema y orientadas a los retos de la sociedad

1. El enfoque necesario frente a las políticas convencionales

Pocos autores tan especiales como Metcalfe para adentrarnos en un debate sobre políticas de tecnología e innovación. Lo que confiere particular relevancia a los trabajos de Metcalfe es la idea de que las políticas responden a racionales distintos que, a su vez, se basan en diferentes concepciones (“visiones” a lo Schumpeter) de la tecnología y el cambio tecnológico. Las propuestas de Metcalfe se basan en considerar la tecnología en términos de conocimientos, habilidades y aparatos.

Esta aproximación -por lo demás, muy coincidente con la que se plasma en los escritos de Freeman o Dosi- es primordial para aclarar muchas de las actuales reflexiones sobre la política de innovación, que en demasiadas ocasiones están llenas de palabras vacías y con muy poco análisis, como se ha puesto de manifiesto en páginas anteriores. Igualmente, si se repasan muchos de los documentos sobre políticas, se pueden constatar lagunas de concepción que pueden hacer peligrar las actuaciones concretas al no tener correctamente identificado el objeto a tratar y la relación ente estrategia, medios y resultados.

El punto de partida lo sitúa Metcalfe en la instauración generalizada de políticas tecnológicas derivadas del concepto ya tratado de los “fallos del mercado”; esto es, las limitaciones que tiene el mercado para enviar las señales adecuadas para la toma de decisiones sobre inversión en tecnología por parte de las empresas. En el caso de la dinámica de la innovación tecnológica se violan algunas de las condiciones de competencia perfecta que hacen que no se pueda conseguir el equilibrio de Pareto. Se citan las tres clásicas (Metcalfe, 1995):

La existencia de **incertidumbre** pues hay asimetrías de información que conducen a la selección adversa y riesgo moral; incertidumbre, que es diferente y más amplio que riesgo; la incertidumbre significa que los resultados pueden obtenerse o no, con independencia de los recursos empleados.

Las **externalidades** que hacen que se produzcan importantes efectos de rebosamiento entre agentes, sectores e instituciones. Esto produce que las actividades vinculadas al conocimiento de unos agentes generan efectos -positivos o negativos- sobre otros agentes, con independencia de la voluntad directa de los intervinientes.

Enlazando con lo anterior está el **carácter público del conocimiento** que imposibilita la apropiabilidad privada de los frutos de su avance, pues el que un agente maneje una tecnología no evitaría de por sí que otros puedan poseerla e igualmente beneficiarse de sus frutos.

A estas consideraciones generales, ya mencionadas anteriormente, añade una reflexión de gran importancia; se trata de que, si bien de los fallos del mercado se derivan razones importantes para la intervención de políticas públicas que compensen el posible riesgo de subinversión, la intervención pública, *per se*, no garantiza ganancias de bienestar; habría que distinguir entre políticas y, sobre todo, evaluar sus resultados para ver si se han conseguido los objetivos de evitar la subinversión; el caso más evidente se daría cuando las empresas sustituyen sus fondos por fondos públicos, en lugar de que éstos sean un complemento del propio esfuerzo (“*crowding out*”). En definitiva, se trataría de contraponer la idea de fallos de lo público frente a los fallos del mercado.

2. La perspectiva evolucionista

La nueva perspectiva tiene que ver con la descentralización en la toma de decisiones sobre la tecnología, basada en la diversidad tecnológica. No se trata, por tanto, de una visión gradualista del cambio tecnológico y la innovación, sino de profundizar en el conocimiento de la toma de decisiones de los agentes productivos y los resultados que obtienen. En consecuencia, el cambio que opera en las empresas no debe interpretarse como una respuesta a los cambios exógenos, sino que tiene lugar de manera endógena a las organizaciones, sin referencia al ajuste a ningún estado de equilibrio.

De este modo, el epicentro de las políticas evolucionistas consiste en incrementar los resultados competitivos y en la promoción del cambio estructural. Este último concepto nos conduce a lo que un cuarto de siglo más tarde se pone de actualidad en las nuevas formulaciones de la política de innovación; la necesidad de proyectos tractores o “misiones” cuya finalidad está en el cambio transformador de la realidad; si cabe de una manera más precisa es lo que estaría configurando los Fondos Europeos para la Reconstrucción o en España el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

De una manera más analítica, el concepto de evolución significa dos cosas básicas:

- > La acumulación del conocimiento de forma “*path dependent*”. Lo que significa que el proceso de aprendizaje tecnológico de los agentes se basa en la experiencia, dentro de un marco de selección determinado.
- > Una dinámica del sistema que crea cambios y nuevas estructuras a partir de la variedad de conductas.

Sobre lo primero, cabe plantear si no debiera ser un concepto de obligada enseñanza en escuelas de funcionarios, gabinetes de formación de los partidos políticos y para los

gabinetes de expertos de los responsables de las políticas públicas. Sobre lo segundo, una vuelta de tuerca a cuestiones también planteadas por autores como Malerba, cuando se refieren a la dinámica del sistema como un todo, distinto de la dinámica de las partes y superior a su mera suma.

Consecuentemente, el nuevo marco para la política se articula en dos elementos básicos: influir en la generación de variedad y en el proceso de selección. Refiriéndose a un aspecto de gran importancia, la generación de diversidad iría en una dirección contraria a la que domina en muchas actuaciones de política marcadas, de facto, por un proceso de selección que conduce a elegir sobre seguro empresas ya exitosas en convocatorias anteriores y que “garantizarían” el éxito en nuevas propuestas (“*picking the winners*”).

A partir de lo anterior, se plantea la necesidad de tener en cuenta tres distinciones fundamentales:

- > Entre generación de tecnología y su aplicación.
- > Entre políticas que suponen dadas las capacidades empresariales y las que quieren aumentarlas.
- > Entre buscar un óptimo o la adaptación inteligente.

Diferenciar entre generar o aplicar las tecnologías nuevas es esencial para instrumentalizar elementos de actuación política más adecuados a cada caso. Además, esta diferencia es cambiante a medida que nos movemos a lo largo del ciclo de las tecnologías, al no ser igual la situación en momentos iniciales de la innovación o cuando se trata de impulsar la implantación de tecnologías ya maduras en un proceso selectivo. Se trata de una distinción crítica para debatir sobre la situación actual de digitalización de las actividades productivas.

Igualmente es importante la diferencia entre políticas para cuya implantación se pueda contar con capacidades empresariales dadas y otras que necesiten de una creación o desarrollo de dichas capacidades. Son capacidades que trascienden las competencias de individuos, por importante que sea su papel en la toma de decisiones (v.gr. los directivos, mandos intermedios) y que se basan más en las capacidades colectivas dentro de la organización y que son el producto de un aprendizaje conjunto a lo largo del tiempo.

La tercera de las diferencias a tener en cuenta es más compleja: no son lo mismo estrategias de buscar un óptimo tecnológico que implique, a su vez, un liderazgo importante que otras que se orienten hacia una adaptación inteligente a las situaciones cambiantes y las disponibilidades acumuladas.

La centralidad que tiene el tema de las capacidades tecnológicas de los agentes productivos le convierte en uno de los focos fundamentales. El autor insiste en que no es un proceso aleatorio, sino que incluye al menos las siguientes dimensiones: “aprender haciendo” (*learning by doing*), “aprender usando” (*learning by using*) y aprender mediante la interacción con instituciones externas.

Aprender haciendo nos remite al hecho de que es la propia práctica empresarial, en sus diferentes dimensiones, la que proporciona un “saber hacer” que no siempre es aprovechado por las empresas como fuente de aprendizaje para pensar en cambios tecnológicos de mayor o menor calado. En otro orden de cosas, esta forma de aprender nos remite a la importancia que tiene el poseer capacidades productivas para obtener el mayor beneficio posible de las innovaciones tecnológicas.

Aprender usando está referido a que, una vez introducida una tecnología, sea por desarrollo propio o adquirida en los “mercados de tecnología”, la experiencia en su uso proporciona nuevo conocimiento tecnológico que puede ser decisivo para la introducción

de mejoras sucesivas en la tecnología de base. Esta forma de aprendizaje es una dimensión añadida a la de aprender haciendo.

Mientras que las dos anteriores se refieren a aspectos de dominio interno de las empresas, la interacción con otras empresas e instituciones es imprescindible, tanto más cuanto cada día es menor la capacidad de que una entidad domine ella sola todos los aspectos que conducen a la creación de capacidades. Los conocimientos externos son cada vez más imprescindibles y nos remite a la heterogeneidad de formas de acceder a ese conocimiento. Forman parte de este proceso tanto mecanismos formales como los de compras en los mercados tecnológicos (v.gr. patentes o contratos específicos) como relaciones más generales de colaboración mediante acuerdos con entidades privadas o públicas y terminando por otros mecanismos más informales como la asistencia a ferias, congresos, encuentros o la propia navegación por la red.

De cara a las políticas es un asunto central, puesto que deben apoyarse las distintas formas de aprendizaje y no tan solo los proyectos de I+D. Esto hace más compleja y difícil la toma de decisiones, pero es esencial, especialmente en casos (como el de España) donde es necesario que se produzca un “salto hacia adelante” (“*big push*”) que mejore sustancialmente la posición internacional (Molero, 2015).

Las anteriores reflexiones se amplían con referencias a otros conceptos importantes, algunos de los cuales ya se han comentado parcialmente, en otros capítulos. Se recogen los conceptos como el ciclo de las tecnologías, los paradigmas tecnológicos, los activos complementarios y los Sistemas Nacionales de Innovación.

- > Las posibilidades de innovar varían a lo largo del ciclo de las tecnologías y, además, dichas posibilidades pueden ir cambiando con dicho ciclo debido a la coevolución con la estructura sectorial cambiante con la dinámica del ciclo.

Resalta la importancia del “diseño dominante”; esto es, cuando el producto o servicio nuevo alcanza una madurez y estabilidad y los factores económicos ascienden en su importancia para la innovación frente a los meramente conceptuales o tecnológicos.

- > Concepto de paradigma: un marco cognitivo compartido para que los individuos y las organizaciones busquen avanzar en la tecnología. Nos sirve para identificar oportunidades y un conjunto de restricciones sobre las clases de mejoras tecnológicas que se pueden tener en cuenta. Complementariamente deben tenerse en cuenta las trayectorias tecnológicas y las avenidas de la innovación; los “postes guía” en terminología de Sahal (1985).
- > Innovar es mucho más que una cuestión tecnológica: se reivindica la importancia de los activos complementarios. En relación con las políticas, de lo anterior se deriva la necesidad de integrar políticas para la innovación que incluyan cuestiones como las estructuras de las empresas, la formación de su capital humano, etc. Sistemas nacionales de innovación: sigue siendo importante subrayar los aspectos nacionales, no solo regionales o supranacionales. En los debates actuales (véase el capítulo sobre internacionalización) parece de una importancia notable no perder la dimensión estatal, ya que se combina con otras muchas políticas (laborales, educativas, financieras etc.).

Dos asuntos que Metcalfe quiere dejar especialmente claros. Primero, la ciencia y la tecnología no comparten los mismos incentivos, por lo que las políticas deben combinar ambas. Y, segundo, de cara al futuro de las políticas hay dos cuestiones que son fundamentales: de una parte, adecuar el Sistema Nacional de Innovación a las nuevas necesidades; es decir, transformar el Sistema y no solo corregir errores de funcionamiento

y, de otra garantizar en la mayor medida posible que no existen barreras para la entrada de nuevos innovadores.

3. Recapitulación

De lo expuesto se desprenden dos ideas fuerza que deben guiar el análisis de las situaciones actuales y la orientación de las políticas de fomento del cambio tecnológico y la innovación: de un lado, los distintos racionales de las políticas y a la necesidad de situarse en una perspectiva de cambio y, de otro, el papel de las capacidades empresariales.

Las diferentes aproximaciones al cambio tecnológico y la innovación generan formas de comprensión distintas que conducen a justificaciones dispares de cara a la intervención o no para fomentar la innovación y, en caso afirmativo, como sería la forma adecuada de intervención pública. Sin olvidar que para quienes entiendan la innovación como una mera dinámica del mercado cualquier política es improcedente, Metcalfe contempla las dos posiciones que generalmente sostienen las tomas de decisiones: de una parte, la basada en los “fallos del mercado” que considera imprescindible las actuaciones públicas para fomentar una actividad empresarial que, de otra manera, se situaría por debajo de lo socialmente deseable; lo más novedoso es que Metcalfe introduce la necesaria discusión sobre la eficiencia de la intervención pública para valorar en qué medida no existen fallos de lo público que pueden hacer que las medidas no compensen los fallos del mercado.

De otra parte, se desarrolla la perspectiva evolucionista como forma más completa de entender la dinámica tecnológica y consecuentemente como base más robusta para el diseño de actuaciones públicas mejores. La idea básica es que el cambio tecnológico se basa en un proceso descentralizado de toma de decisiones donde intervienen empresas, instituciones públicas y privadas y el Estado. De ahí se deriva un enfoque sistémico sobre

las actuaciones públicas que deben, por un lado, corregir los posible “fallos del sistema” y por otro, contribuir a una transformación de este para ser más eficiente en su conjunto.

El segundo eje principal se refiere al papel de las capacidades empresariales en el proceso de innovación. Más allá de los recursos tecnológicos y económicos, el cambio tecnológico depende en gran medida de la existencia de capacidades empresariales adecuadas. Estas capacidades no son producto de un libre mercado en el que se pueden comprar o vender, sino que es el producto de un aprendizaje propio, interno a las empresas, aunque en continua contraposición dinámica con el entorno del sistema. En este sentido, hay que subrayar que en el desarrollo de esas capacidades influyen, además de cuestiones tecnológicas y económicas, aspectos humanos, sociales e institucionales que modelan la creación del saber colectivo de las organizaciones.

Capítulo VII. Las capacidades tecnológicas y sociales en el desarrollo

En este tema el autor para establecer un diálogo es Jan Fagerberg. Sus primeras aportaciones arrancan en los años 1980; la “década de oro” en este repaso conceptual. Sin embargo, en esta ocasión se aporta algo que es particularmente importante: hacer un seguimiento de la evolución posterior del tema que entronca directamente con los debates más actuales de la necesaria renovación de las políticas de innovación para hacer frente a los complejos desafíos de la sociedad de las primeras décadas del siglo XXI.

Además de la reflexión teórica sobre las políticas, Fagerberg discute planteamientos aplicados de gran interés a partir de los conceptos propios que los convierte en uno de los mejores exponentes de la vigencia del enfoque evolucionista o neo-schumpeteriano. Este capítulo lo desarrollaremos en tres partes: una primera dedicada a sus primeras aportaciones sobre el papel de la tecnología en el crecimiento; una segunda en la que se sintetizan ideas nucleares de su perspectiva actualizada de las interacciones entre la tecnología y las capacidades sociales para el desarrollo. Finalmente, haremos unas reflexiones acerca de las actuales consideraciones sobre la necesidad de un nuevo enfoque de las políticas de innovación.

1. Indagando en las causas del crecimiento económico

Se trata de aplicar la teoría dinámica del desarrollo capitalista dentro de una conceptualización schumpeteriana, “el desarrollo económico es un proceso desequilibrado caracterizado por la interacción de dos fuerzas en conflicto: la innovación, que tiende a aumentar las diferencias económicas y tecnológicas entre países y la imitación y difusión que tienden a reducirla (Fagerberg, 1987). A partir de esta idea, se

trata de explicar las diferencias en el desarrollo de un país mediante la interacción de tres factores:

- > La difusión de la tecnología desde el exterior (imitación).
- > La creación de tecnología propia (innovación).
- > El aumento de la capacidad para sacar provecho de la tecnología disponible (esfuerzo).

No es este el lugar para analizar las características técnico-económicas de los modelos que se utilizan, sino que, con el apoyo de los resultados obtenidos sobre la base de los factores anteriores, la intención es profundizar en la vigencia de los tres de cara a los desafíos sociales del desarrollo actual.

Frente a la idea de modelos “a la Solow”, que reconocen la importancia global de la tecnología, pero sin desentrañar sus mecanismos, Fagerberg pone en un lugar principal la capacidad de los países para sacar provecho de la tecnología disponible, combinando aquella creada interiormente a través de distintos procedimientos, entre ellos las actividades de I+D, con la procedente del exterior y que se incorpora por diversos mecanismos de “importación”, sea mediante la adquisición de tecnología incorporada en aparatos, maquinaria y equipos, como de tecnología desincorporada, acudiendo a los “mercados de tecnología”, donde las patentes y otros derechos de propiedad intelectual son esenciales, pero en el que tienen también un papel importante los diversos tipos de contratos de asistencia técnica, tanto de manera independiente o incorporados a la compra venta de bienes y servicios. Evidentemente, las proporciones entre lo creado y lo adquirido en el exterior varían considerablemente entre los países, pero en todos los casos, Fagerberg destaca como el factor crítico la capacidad de integrar eficientemente ambas fuentes de conocimiento.

De cara a la situación actual marcada por la aceleración del cambio tecnológico en amplias áreas y por una compleja y cambiante división internacional del trabajo científico-tecnológico, la correcta valoración de los tres ejes sería esencial en la orientación de los diversos instrumentos de actuación en política de innovación.

De manera singular hay que subrayar la necesidad de incorporar a esas políticas los procesos de adquirir tecnología del exterior y apoyar los procesos de absorción de ese conocimiento e incluso su mejora. Estamos ante un mecanismo fundamental para romper el razonamiento unidimensional basado en la creación de tecnología, primando las actuaciones sobre la I+D.

2. La inclusión de otras capacidades: las capacidades sociales

Los trabajos de dos décadas después fructifican dando un paso muy importante para una explicación de las diferencias en las tasas de crecimiento de las distintas economías. Lo principal radica en el concepto de crecimiento que Fagerberg define como “la capacidad de explotar o absorber el conocimiento, con independencia de donde se ha creado (Fagerber y Srholec, 2008). Dicha capacidad tiene como elemento esencial las capacidades sociales en estrecha relación con las capacidades tecnológicas. Esta formulación a nivel macroeconómico es paralela a la desarrollada por otros autores en el plano microeconómico para explicar el dinamismo de las empresas, su productividad y su competitividad. Reflexionando de nuevo sobre las enseñanzas para el diseño y ejecución de las Políticas, se refuerza la idea de que la creación y desarrollo de capacidades sociales es primordial para el desarrollo tecnológico y el crecimiento económico.

En la aplicación práctica se trata de hacer operativos los conceptos anteriores, para lo que se hace uso de 25 indicadores referidos a 115 países. En la elección de esos

indicadores se hace un impórtate esfuerzo para encontrar datos referidos tanto a las capacidades tecnológicas como sociales e institucionales³. Mediante un análisis factorial, los indicadores quedan encuadrados en 4 factores explicativos del desarrollo:

F1: El Sistema de Innovación

F2: La Gobernanza

F3: El Sistema Político

F4. La Apertura Exterior

El interés se concentra en los dos primeros que son los que estadísticamente tienen un mayor poder explicativo de las diferencias en el desarrollo. Respecto al denominado como Sistema de Innovación, el concepto es más amplio que el de capacidad para innovar que en muchos estudios se mide a través del gasto en I+D o de las patentes registradas. Conceptualmente lo importante es observar la relación entre los indicadores de la capacidad tecnológica (v.gr. las patentes) con los de la capacidad social (v.gr. la educación). Es decir, es la interacción entre ambas capacidades la que aporta una parte mayor del crecimiento de los países. El corolario de cara a las políticas es de nuevo muy rotundo en favor de actuaciones desde distintos frentes del Sistema de Innovación para lograr una causación circular positiva que movilice la capacidad de crecimiento.

³ Patentes de la USPTO (per cápita). Artículos de ciencia e ingeniería (per cápita). Certificaciones ISO 9000 (per cápita). Abonados a líneas fijas y móviles (per cápita). Usuarios de Internet (per cápita). Ordenadores personales (per cápita). Proporción de maestros por alumno de primaria. Matrícula en la enseñanza secundaria. Matrícula en la enseñanza terciaria. Crédito interno al sector privado (% del PIB). Capitalización bursátil de las empresas que cotizan en bolsa (% del PIB). Importaciones de mercancías (% del PIB). Entrada de inversión extranjera directa (% del PIB). Tribunales imparciales Ley y orden Derecho. Derecho de propiedad. Regulación. Mercado informal (corrupción). Índice de democracia y autocracia. Restricción política. Índice legislativo de competitividad política. Índice ejecutivo de competitividad política. Derechos políticos. Libertades civiles.

El factor denominado Gobernanza, segundo en importancia, incluye varios aspectos que reflejan la calidad de la gobernanza, como el funcionamiento de los derechos de la propiedad o el sistema judicial, los bajos niveles de corrupción y, en general, un entorno favorable a las empresas. Con otras palabras, sin una buena calidad de gobierno, la capacidad de funcionamiento del Sistema de Innovación es menor y, de nuevo, serán menores las posibilidades de crecimiento y/o desarrollo. El reflejo frente a situaciones actuales es muy claro, las políticas para la innovación deben incluir otras políticas, en particular, las referidas a la gobernanza, incluyendo el funcionamiento de las administraciones públicas que gestionan las políticas en todas sus etapas.

Fagerberg añade otros matices importantes en otros trabajos (Fagerberg y Schrolec, 2008) en los que subraya como factor fundamental del crecimiento la interacción entre las capacidades tecnológicas y las sociales. Además de las afirmaciones sobre el gobierno y la gobernanza se recalca la importancia de la cohesión social. Esta trasciende el papel de la educación que, siendo necesaria, no es suficiente.

De manera paralela se vuelve a traer al primer plano la capacidad de absorber, explotar y desarrollar el conocimiento creado en otros entornos, junto a la creación de conocimiento propio y la capacidad de explotar el conocimiento, con independencia de donde se crea. Recordando afirmaciones pioneras de la teoría del desarrollo, estaríamos ante la necesidad de dejar de lado la falsa dialéctica entre “crear” o “importar” tecnología; la combinación “crear e importar” es específica de cada país. Esta reflexión es particularmente importante para países que ocupan posiciones rezagadas en cuanto a la innovación, como pueda ser España, y que afectan negativamente al objetivo de alcanzar un potencial de desarrollo mayor y a conseguir niveles superiores de bienestar para sus ciudadanos.

3. Nuevo enfoque de la innovación y las políticas

Los planteamientos anteriores hacen posible una aproximación novedosa a las Políticas de Innovación. De una parte, como ya se ha visto, la consolidación de la teoría evolucionista abre una nueva perspectiva sobre las políticas tecnológicas y de innovación donde la concepción sistémica del proceso es esencial. De otra, se analiza la posibilidad de utilizar los planteamientos conceptuales desarrollados en relación con los nuevos desafíos sociales de un mundo cambiante en todos los niveles.

Para ello, Fagerberg parte de enfrentar un concepto restringido de lo que se entiende por innovación y las políticas correspondientes, con otros conceptos amplios tanto sobre la innovación como sobre las políticas correspondientes. El cuadro adjunto sintetiza esas diferencias.

Cuadro 6. Relación entre Conceptos y Políticas de Innovación

Concepto de políticas de innovación	Concepto de innovación
1. Políticas (o instrumentos) creados con la intención de afectar a la innovación (definición restringida)	1. Aparición de nuevos productos o procesos (definición restringida)
2. Políticas que inciden en la innovación (definición amplia)	2. Todo el proceso, desde la invención hasta la difusión (definición amplia)

Fuente: elaboración propia

La definición "doblemente amplia" sería la natural si buscamos el impacto económico de la innovación para la sociedad, pero es difícil de aplicar. Para avanzar en

su aplicabilidad se hace preciso acudir más intensamente a la teoría, comenzando por repensar los conceptos de Política de Innovación y Sistemas de Innovación.

El primer elemento que considerar es reforzar el carácter de interactividad que preside los procesos de innovación, involucrando actores, organizaciones e instituciones. Los primeros trabajos de desarrollo teórico hace algunas décadas se centraron en mapeo del patrón de innovación; conocer la estructura del sistema. La experiencia nos ha enseñado que tales patrones varían por razones históricas (evolución), y diferentes configuraciones pueden ser igualmente eficientes.

Los trabajos más recientes se han centrado en la dinámica del sistema y los factores que influyen en la misma. Estaríamos hablando de los procesos que aparecen a lo largo del amplio abanico de agentes y relaciones del sistema; en estos procesos pueden influir en las actuaciones de la política de innovación. Fagerberg, retomando experiencias en varios países nórdicos, identifica como los procesos principales los siguientes:

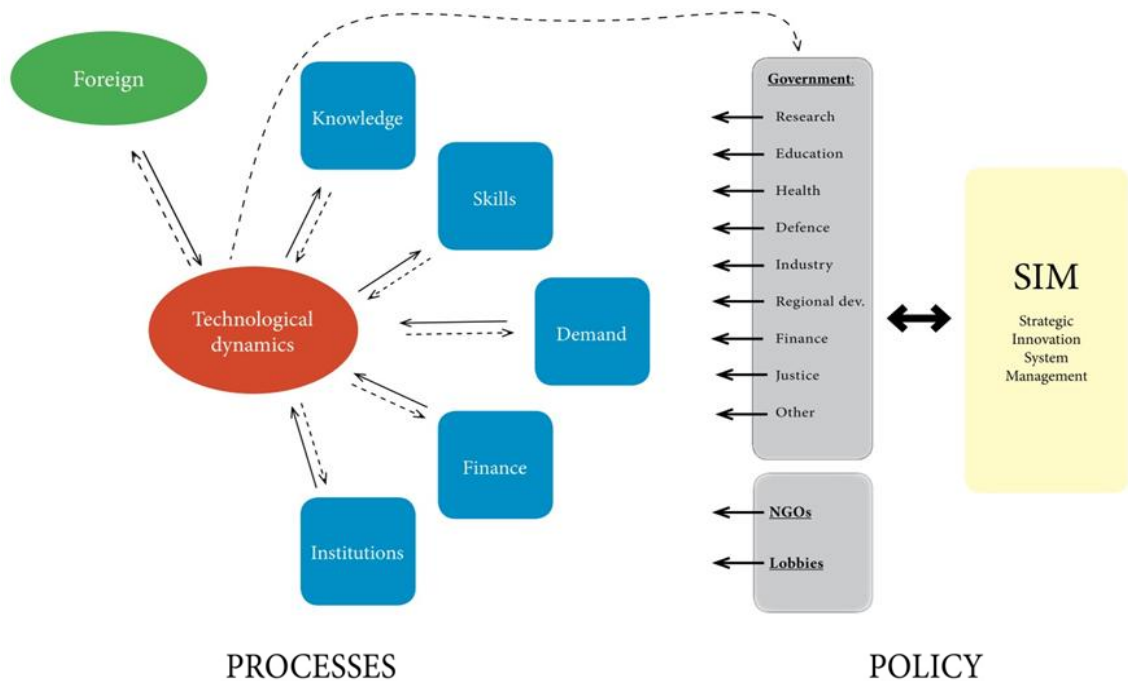
- > *Conocimiento*: organizaciones públicas de investigación y desarrollo, apoyo a la investigación y el desarrollo, interacción, plataformas tecnológicas, etc. Suelen ser competencias en manos de ministerios de ciencia, investigación, industria, etc.
- > *Habilidades*: normalmente, el desarrollo de las competencias son responsabilidad de los ministerios de educación, pero la formación profesional puede ser competencia del Ministerio de Industria.
- > *La demanda de soluciones innovadoras*: puede verse estimulada por la creación de mercados (por ejemplo, subvencionar el uso de ciertos aparatos o procesos), por la modificación de las normas y reglamentos y por el uso de la contratación pública. Estas políticas a menudo recaen en ministerios de industria o similares,

pero los ministerios de defensa, energía, salud y medio ambiente también pueden ser importantes.

- > *Finanzas*: Algunas iniciativas innovadoras pueden tener problemas en los mercados financieros ordinarios, lo que lleva al sector público a intervenir. Normalmente, esto correspondería a los ministerios de industria, finanzas o desarrollo regional.
- > *Las instituciones* se refieren a las "reglas del juego" que influyen en las acciones emprendedoras. Abarcan desde leyes y reglamentos, responsabilidad de los ministerios encargados de las leyes, hasta normas y reglas informales, en las que los actores políticos pueden tener menos influencia.

Con estos elementos en Finlandia se configura el Strategic Innovation System Management con el diseño que sintetiza las distintas actuaciones posibles de distintos organismos y su influencia en distintos puntos del sistema estratégico y como desde todas estas partes se generan impactos sobre la dinámica tecnológica (véase el cuadro 7).

Cuadro 7. El sistema Nacional de Innovación: Dinámicas, procesos y políticas



Fuente: Fagerberg (2017)

De ahí la idea de “políticas que influyen en la innovación” más que de Políticas de Innovación. Este esquema permite hacer unas reflexiones complementarias importantes que refuerzan el concepto de interdependencia:

- > De poco sirve tener un conocimiento superior, si no se tienen las habilidades necesarias para su explotación, la financiación necesaria o si falta demanda.
- > Si falta o no progresa un factor crítico, esto puede bloquear o ralentizar el crecimiento de todo el sistema ("mecanismos de bloqueo").

- > El efecto de una política específica no puede evaluarse independientemente de otras políticas pertinentes (muchas de las cuales no llevan la etiqueta de "innovación").
- > Por lo tanto, una política de innovación eficaz requiere una estrecha coordinación de las políticas en una serie de ámbitos diferentes (se requiere una perspectiva holística) y el desarrollo de nuevas formas de gobernanza que lo hagan posible («gestión estratégica de sistemas de innovación», SIM).

El añadido final tiene que ver con la situación actual de enfrentarse a los “desafíos” o “retos” de las sociedades y que incluyen cuestiones medioambientales y energéticas, etc. vinculadas a la sostenibilidad, así como problemas sociales y económicos donde destacan los referidos a diversos ámbitos de inclusión. Es aquí donde aparece la idea de políticas que cambien los regímenes socio técnicos, lo que precisa de medidas de gestión de la tecnología con otras actuaciones de políticas económicas, sociales y políticas.

En la apuesta por esta perspectiva “holística”, hay dos ideas importantes, a juicio e Fagerberg: por un lado, la necesidad de establecer “direcciones” a las políticas, evitando los tan frecuentes movimientos erráticos vinculados a cambios políticos o modas. De otros, la improrrogable necesidad de mejoras la gobernanza de las políticas, lo que incluye la necesidad de evaluar su impacto real en las transformaciones perseguidas.

**Tercera parte: Reflexiones para afrontar
los nuevos retos de la economía y la
sociedad**

Tras analizar algunas de las aportaciones de alto valor teórico y político, es el momento de hacer un balance de ese recorrido. Para ello, lo primero es recordar las coordenadas de partida. De una parte, una situación socioeconómica marcada por cambios permanentes en todos los niveles, desde el tecnológico al político y que ha puesto en evidencia la importancia de los retos de la sociedad como la sostenibilidad del desarrollo económico y la inclusión de colectivos hoy marginados de beneficiarse de los frutos de ese desarrollo. De otra, frente a los empirismos dominantes en gran parte de los debates y tomas de decisiones, se apuesta por la preponderancia del pensamiento y el conocimiento riguroso de los mecanismos: en pocas palabras, creo que no hay nada más práctico que una buena teoría y que frente a “recetas” más o menos improvisadas debe dominar un conocimiento preciso de la realidad sobre la que se quiere intervenir.

Estaríamos, pues, un paso antes de la elaboración de políticas concretas, se analizan algunas de las aportaciones más significativa de la ruptura metodológica que supuso el surgimiento y desarrollo de la teoría evolucionista de la innovación para ver si todavía hoy son útiles de cara a la orientación de las nuevas políticas que hagan frente a los desafíos que plantea el cambio social actual. A partir de lo expuesto en los capítulos anteriores, algunas de las enseñanzas más valiosas y perfectamente útiles de cara a la situación actual serían las siguientes:

- 1) Afirmar la importancia del cambio tecnológico y la innovación en el desarrollo de las sociedades modernas.

Freeman nos indica que el cambio tecnológico y la innovación son “factores primarios” para el desarrollo, aunque no son factores aislados. Los trabajos de Fagerberg constatan teórica y empíricamente esa trascendencia. De esto se deduce que los poderes públicos deben actuar de acuerdo con esa importancia y llevar a cabo actuaciones para potenciarlas. Aquí se incluirían asuntos como las dotaciones de recursos presupuestarios

suficientes o la reestructuración de los aparatos de las administraciones publicas encargados de llevar a cabo las políticas.

Dos matices importantes: primero, el fomento de la innovación debe tener siempre presente que ésta no es un fin en sí mismo, sino que es un “medio” para lograr un mayor nivel de desarrollo y bienestar de las personas. Segundo, que, adecuadamente orientados, el desarrollo tecnológico y la innovación pueden ser decisivos para conseguir la participación de amplios colectivos de la sociedad en los beneficios de cambio tecnológico; es decir, pueden tener un gran sentido y componente social.

2) La necesidad de un mayor conocimiento.

Pero con el reconocimiento de la importancia del cambio técnico y la innovación no es suficiente, sino que es trascendental conocer de manera rigurosa los procesos que las determinan. Como dijo Rosenberger, se trata de abrir la “caja negra” de la tecnología y la innovación para poder llevar cabos políticas para su desarrollo y su orientación hacia objetivos posibles. Esta necesidad de profundizar en su conocimiento se concreta de dos maneras que se complementan:

En primer lugar, apoyar sin fisuras los estudios teóricos para conocer los mecanismos de por qué y cómo se innova y que consecuencias se derivan de ello. Complementariamente deben apoyarse investigaciones aplicadas a casos concretos que permitan validar las teorías avanzadas. En pocas palabras, más y mejor teoría.

En este punto hay que volver a alertar sobre las consecuencias de usar acríticamente conceptos no contrastados teórica ni empíricamente. Como ejemplos recurrentes pueden mencionarse las ideas de “la determinación del mercado”, “el empujón de la ciencia” o la “transferencia de tecnología”. En el primer caso, dejar en manos del mercado la exclusiva responsabilidad del desarrollo tecnológico y la innovación es incompatible con las

condiciones de imperfección que los caracterizan en lo relativo a la creación e intercambio de conocimientos. En el segundo, el riesgo expuesto de fiarlo todo a las “consecuencias lógicas” del avance científico, con una visión lineal del proceso, ignora la complejidad y variedad de los modos de innovar. Por su parte, el manoseado concepto de transferencia de tecnología (o conocimiento) es, en la mayoría de los casos, una forma diferente de planear la tesis del “empujón de la ciencia”, ignorando que los roles clásicos de división del trabajo científico, tecnológico y de innovación no se corresponden con la situación actual de hibridación donde muchas empresas hacen investigación básica o muchos centros públicos trabajan en aplicaciones concretas para el mercado.

En segundo lugar, impulsar de manera decidida y continua el desarrollo de mejores fuentes estadísticas. Sin ellas, no es posible avanzar en el desarrollo teórico ni en el diseño de nuevas actuaciones públicas. Estas estadísticas deben reunir varios requisitos para ser eficaces. Primero, deben ser “suficientes”, en cuanto deben abarcar los aspectos más importantes de la innovación; particularmente es necesario mejorar sustancialmente los referidos a resultados de la innovación. Segundo, deben estar “actualizadas”, de manera que se puedan tomar decisiones sobre datos recientes. Tercero, deben producirse con una “regularidad” adecuada, de manera que estudiosos y gestores conozcan sistemáticamente los nuevos datos. Cuarto, deben ser independientes del poder político.

3) Primar las relaciones fundamentales entre el sistema técnico-económico y el sistema social.

Estas relaciones, subrayadas insistentemente, se manifiestan, primero, a nivel macro de los países, donde las capacidades sociales, sistemas de gobierno, etc. son críticas. Por ello, las políticas para la innovación deben buscar promover y desarrollar las capacidades sociales que hagan posible gestionar y multiplicar las potencialidades de los cambios tecnológicos y las innovaciones. Es uno de los argumentos en favor de plantear más que

políticas de innovación, políticas “para” la innovación, lo que significa una visión holística en su diseño.

Pero aquel tipo de relaciones también se manifiestan a nivel de las empresas que adoptan estrategias innovadoras. La posibilidad de influir en el desarrollo de esas capacidades empresariales debe ser un elemento renovador de las políticas que tengan como objetivo la innovación. La aplicación de políticas con esta orientación necesita tener un importante grado de adaptabilidad por cuanto hemos visto que las relaciones mencionadas varían a lo largo del ciclo de las tecnologías e incluso entre las diferentes modalidades de innovación.

Esto nos remite a considerar nuevas formas de gestionar las políticas en cuestión y tomar como posibles modelos los experimentados en algunos países como Finlandia y Suecia mediante el Manejo Estratégico del Sistema de Innovación, expuesto en el capítulo correspondiente a Fagerberg y se aproximan a lo expuesto por nosotros respecto al Modelo de Causación Circular de la Innovación.

4) Del conocimiento al aprendizaje como ejes determinantes.

Una parte importante de las dificultades de la economía para entender correctamente el cambio tecnológico y la innovación consiste en la concepción de aquellas como información que es libremente accesible para todos los actores. Desde el principio, el enfoque aquí expuesto sostiene que estamos ante actividades de conocimiento, donde el aprendizaje juega un papel fundamental, exige tiempo, esfuerzo y la puesta en juego de recursos humanos y económicos, además de que no es posible eliminar la incertidumbre inherente a este tipo de actividades.

Además, se subraya la importancia de combinar la creación propia – sea a nivel empresarial o en plano estatal- con la capacidad de absorber el conocimiento creado en

otros lugares. En ambos casos, las habilidades y capacidades a poner en juego son diferentes para la creación o la absorción y, por consiguiente, las actuaciones desde las políticas deben incorporar estímulos distintos para ambos estadios del desarrollo innovador.

También afecta directamente al tipo de políticas la existencia de una variedad importante de formas de aprender como la investigación y desarrollo propios, la compra en los mercados de tecnología, los procesos de aprender haciendo o aprender copiando, etc. Son esquemas muy distintos que no responden igual a los mismos incentivos y que en gran medida dependen de las capacidades organizativas de los agentes que toman las decisiones. Estos aspectos más cualitativos no suelen estar presentes en las medidas convencionales de estímulo a la innovación.

Un apunte adicional respecto a las especificidades de cada empresa y el proceso de formación de aquellas capacidades es que ello responde a una senda acumulativa (“*path dependent*”) que aconseja que muchas medidas de intervención pública deberían evaluar si “el horno está para bollos” o hay que calentarlo previamente, lo que conlleva diseñar instrumentos específicos que incentiven la creación de las mencionadas capacidades.

5) Variedad y formas de innovar.

Una vez deshecho el mito de la uniformidad/generalidad del cambio tecnológico y la innovación, la posibilidad de avanzar pasa por disponer de tipologías de casos (las trayectorias de Dosi y Pavitt) que destaquen los factores diferenciales de cada una de ellas e ilustren los matices necesarios en las actuaciones de políticas para ofrecer herramientas y estímulos adecuados a la casuística y no solo medidas generales como, por ejemplo, las desgravaciones fiscales o los créditos a las empresas, sin atender a las modalidades específicas de innovación. Recordando a Pavitt, no se impulsa igual la innovación en

actividades cuyo flujo principal procede de proveedores de inputs para su actividad que en trayectorias donde domine la incorporación de recursos científicos.

En la misma dirección cabría apuntar otras diferencias como las derivadas de los distintos Regímenes Tecnológicos, según muestran Malerba y Orsenigo (1990), siguiendo a Nelson y Winter. Los regímenes se diferencian en elementos como los niveles de “oportunidad” tecnológica, la mayor o menos facilidad de “apropiarse” de los frutos obtenidos y el grado de “acumulatividad” de los resultados. Políticas que apoyen en mayor medida uno o varios de estos aspectos estarán de hecho favoreciendo un tipo u otro de estrategias innovadoras.

6) La importancia del sector.

Siguiendo la estela de la taxonomía de trayectorias innovadoras, es muy importante subrayar la importancia del sector de actividad para conocer sus características fundamentales y apostar por políticas sectoriales distintas, según esos rasgos. La idea es combinar el concepto de sector con el de Sistema de Innovación y Producción.

Las competencias se articulan dentro de un conjunto de actividades e instituciones que constituyen un sector. Retomando una idea anterior, es importantísima la adecuación de las estadísticas sectoriales disponibles a los cambios producidos en la evolución real, singularmente en la hibridación de actividades productivas y de servicios avanzados.

En definitiva, si se orientan las políticas bajo la perspectiva sectorial, es imprescindible conocer previamente el Sistema de Innovación y Producción sobre el que se quiere actuar. Recordando las aportaciones de Malerba, en ese detalle no pueden faltar la configuración de elementos sociales e institucionales y su interacción con las características tecnológicas y económicas.

7) La internacionalización del cambio tecnológico y la innovación.

Las políticas tienen que plantearse dentro de las coordenadas del proceso de internacionalización descrito. Para ello, recordemos, primero hay que distinguir los distintos planos en que puede diseccionarse la internacionalización, ya que las posibles actuaciones son diferentes si nos referimos a ámbitos tan distintos como el comercio de bienes y servicios, las compras y ventas en los mercados de tecnología, la colaboración internacional o la internacionalización de las actividades de I+D. Además, las opciones de política deben contemplar la doble “invasión” desde el exterior al país y por parte de agentes propios hacia el exterior.

Un razonamiento que, aunque presente en prácticamente todos los textos, es con Metcalfe cuando se pone de la manera más clara al subrayar una idea fuerza de todo este ejercicio: no hay una sola concepción de la innovación y no hay, por tanto, una manera única de plantear la intervención pública. En este sentido conviene recordar la clasificación que hace Fagerberg combinando visiones amplias y restrictivas de la innovación y las políticas expuestas en el cuadro 6.

Una última idea tiene que ver con la adecuación a los debates actuales sobre políticas para la innovación. ¿Siguen siendo válidas las ideas expuestas a la hora de plantear nuevas “misiones” adaptadas a los nuevos desafíos? ¿Deben orientarse a mejorar los regímenes existentes o tienen que plantearse como objetivo su transformación? ¿Estamos teóricamente pertrechados para abordar los cambios que se intuyen en las relaciones económicas y tecnológicas internacionales? Son preguntas de difícil respuesta, pero creo que el cambio teórico y metodológico iniciado hace varias décadas en los estudios de la innovación es una buena base para el planteamiento de los nuevos dilemas.

Epílogo

Francisco Marín

Vicepresidente del FEI

Cuando mí querido amigo y compañero de aventuras en el mundo de la INNOVACIÓN me ofreció redactar el epílogo de un libro que estaba comenzando a escribir no lo dude ni un minuto. Muchos años colaborando mano a mano para cambiar las cosas en España, dándole protagonismo a esta materia tan ignorada en nuestro acervo cultural, hacían natural una nueva manera de hacer algo juntos. En estos tiempos pasados ya habíamos escrito numerosos artículos desde que ambos creamos el Foro de Empresas Innovadoras (FEI), allá por aquellos años 90 del siglo pasado.

Lo que nos llevó a reunirnos aquellos años con otros personajes de nuestro perfil, fue combinar la experiencia científica – el mundo académico – con las vivencias empresariales buscando acercar ambos lados de esta brecha, estableciendo puentes para transitar de un lado al otro de esos mundos tan incomprensiblemente separados. No sé si, casi treinta años después, hemos conseguido lo que, con empuje juvenil, nos planteamos. Sí estoy convencido de que hemos trabajado duro y que lo que se haya movido ese mundo, en términos “geológicos”, ha tenido en cuenta nuestra actuación. No única, pero sí permanente, coherente, decidida a no dejar las cosas como estaban.

Ahora, el profesor de nuevo nos plantea el reto de no olvidar las formulaciones teóricas a la hora de definir **POLÍTICAS PARA LA INNOVACIÓN**. Y para ello nos invita a la relectura, comprimida y compleja de las formulaciones de un exquisito grupo de personas que han dedicado su vida al estudio de las consecuencias que para la sociedad

tienen las políticas que afectan al manejo del conocimiento por parte de los actores económicos y sociales.

Como el lector estará leyendo el epílogo tras haber recorrido esas páginas, sería un error volver a lo ya escrito, abundar en lo citado, inclusive comentar las muy ricas páginas de propuestas que el autor ha recopilado en el apartado REFLEXIONES PARA AFRONTAR LOS NUEVOS RETOS DE LA ECONOMÍA Y LA SOCIEDAD. Voy a tratar, en estos breves párrafos, propios de un epílogo, dar mi opinión sobre los pasos que nos quedan por dar para avanzar, sabiendo que no hay una meta a la que llegar. El objetivo de lo óptimo está reñido con el concepto de innovar, pues el horizonte se va a ir deslizando según vayamos acercándonos a las posibles soluciones.

Y lo voy a hacer apoyándome en la elaboración que el propio FEI ha realizado para proponer POLÍTICAS ESPECÍFICAS DE INNOVACIÓN a lo largo de los dos últimos años. Esta aventura, continuista de la ya recorrida en momentos anteriores, es fruto de la colaboración de los miembros del Foro con otro colectivo semejante, el Club IND+I, que nació en Cataluña, algunos años después del FEI, para dar respuestas a la estrecha relación entre la Industria y la Innovación.

El método elegido para elaborar las propuestas, que se pueden encontrar en la página WEB del FEI, es siempre el mismo: reunir a gentes diversas, con muchas inquietudes sobre el tema propuesto y pensar juntos, combinando visiones diferentes, aportando discrepancias, buscando los distintos vértices del conocimiento, pero siempre teniendo claro el objetivo que se persigue: influir con los resultados en el ámbito de las decisiones – políticas o de otro tipo – que configuran las soluciones a los problemas planteados. Por resumir, pensar, elaborar para cambiar las cosas.

Es muy interesante destacar que el documento que ha resultado de este ambicioso trabajo ha sido acordado por once organizaciones sociales del Sistema Español de

Ciencia, Tecnología e Innovación, en una convergencia que no es muy frecuente y por ello, en este caso merece la pena ser destacada.

Las propuestas, en número de 26 y agrupadas en cinco grandes apartados: **Regulación, Gobernanza, Cooperación, Fiscalidad e Instrumentos**, recorren, tal vez sin darse mucha cuenta, por los puntos que el libro que comentamos destaca en sus conclusiones:

1. La importancia del cambio tecnológico y la innovación en las sociedades modernas.
2. La necesidad de un mayor conocimiento.
3. La necesidad de evidenciar las relaciones fundamentales entre el sistema técnico-económico y el sistema social.
4. El conocimiento y el aprendizaje.
5. Las variadas formas de innovar.
6. La diversidad sectorial.
7. La internacionalización y la innovación.

Leyendo el libro del profesor Molero se me aparecía firmemente reflejada la convergencia entre los trabajos teóricos de los expertos incluidos y las formulaciones que en el documento del FEI se están trabajando en estos momentos para mejorar la débil posición española en el mundo de la Innovación.

Ideas como la necesidad de definir a través de la **regulación** los objetivos que se quieren perseguir, los retos de la sociedad que se quieren resolver ocupan una parte protagonista de las tareas pendientes. Cambiar, no solo reformar, la **Gobernanza** de estas

políticas apostando por la creación de un Consejo Nacional de Innovación nos ofrece la coincidencia expresa de ambas aproximaciones, la teórica y la propuesta concreta.

La **Cooperación** como elemento que reúne las ideas de los sectores, los distintos roles de los actores involucrados, en estrecha relación con el Conocimiento, ocupa otro de los apartados grandes de la propuesta. La **Fiscalidad**, elemento que no aparece en los contenidos del libro como protagonista pero que para los firmantes del documento reúne grandes capacidades transformadoras. Y por últimos los **instrumentos**, que permiten diferenciar los sectores, así como su actuación territorial, no solo hacía fuera de las fronteras de los países sino también en la diversidad dentro de un único Estado.

Una vez terminada la lectura del libro que se nos ofrece, una conclusión reluce en el horizonte: no hemos llegado a ninguna meta intermedia, estamos todavía en el camino que nos debe llevar a cambiar las cosas. Necesitados de un nuevo RENACIMIENTO, demos la bienvenida a la propuesta del profesor Molero que nos invita a conocer lo que se elaboró en el pasado y nos propone las vías para iluminar el futuro. En eso estamos.

Comentarios

M^a Paloma Sánchez Muñoz

Universidad Autónoma de Madrid

El libro que tenemos en las manos está escrito por quien yo definiría sin ambages como la persona más experta de España en Economía de la Innovación. Nos da una visión personal de lo que a su juicio son las principales aportaciones en este campo durante las 6 o 7 últimas décadas, ofreciendo en un, relativamente escaso número de páginas, una visión omnicomprendiva de este campo científico, de la que hasta el momento carecíamos. He tenido el honor y la satisfacción de compartir con él durante los últimos 30 años el Máster y el Doctorado en Economía y Gestión de la Innovación que, con distintos formatos, hemos desarrollado entre el equipo liderado por Molero en la UCM, el liderado por Antonio Hidalgo en la Universidad Politécnica y el mío propio en la Autónoma de Madrid. Estos programas fueron los primeros en tratar estos temas en España y su supervivencia y los reconocimientos públicos recibidos, muestran la relevancia y el rigor con que están siendo tratados y la necesidad de su mantenimiento. Los cientos de alumnos del mundo entero que han pasado por nuestras aulas en estos años son un fruto inestimable de la tarea realizada. Ellos y otros muchos en los ámbitos en los que el Profesor Molero ha trabajado, han aprovechado su largo proceso de aprendizaje que le lleva ahora a recopilar el conocimiento adquirido. Serán muchos los que se beneficien de su lectura, que encarecidamente recomiendo.

El trabajo del Profesor Molero ilustra hermosamente bien cuál ha sido el sendero evolutivo que subyace bajo la construcción de la comunidad epistémica que agrupa a los economistas evolucionistas, de tradición neo-schumpeteriana.

Él nos muestra que es como construir un edificio en el que distintos subcontratistas – ingenieros, electricistas, fontaneros, etc. -van aportando sus saberes y experiencia que provienen de muy distintas áreas del saber, mientras la construcción va avanzando y tomando formas cada vez más definidas a través del tiempo. La obra final no necesariamente tiene un único destino posible, sino que futuros habitantes pueden quizás ir agregando detalles y colores que escapan al diseño original, y con ello van enriqueciendo la agenda inicial de quien encargara la obra.

O sea, se trata de una agenda viva que admite cambios y refleja evolución. Eso es lo que el Profesor Molero consigue admirablemente bien: hacernos sentir que la agenda evolucionista avanza en un continuo proceso de enriquecimiento a través de la agregación no programada de sucesivas camadas y generaciones de profesionales que van aportando a la obra a través del tiempo.

Bienvenido este libro que le da vida y dinámica al pensamiento de esta comunidad epistémica que intenta mostrar cómo se va construyendo un cuadro de pensamiento alternativo al del crecimiento en equilibrio que nos propone la corriente mayoritaria de economistas neoclásicos que alberga nuestra profesión.

Este libro parte de la “fascinación por la innovación” del autor. Su capacidad de sintetizar y aplicar a la actualidad todo un abanico de aprendizajes, contribuciones y reflexiones al largo de más de 50 años de actividad académica y de intervención económica y social permitirá, estoy seguro, “fascinar” también sus lectores.

El libro es *prima facie* la reflexión personal de un economista sobre más de 50 años de estudio, reflexión e intervención sobre el fenómeno de la innovación. Esto es un atractivo muy importante del libro, porque suministra una perspectiva histórica del desarrollo de los conceptos e ideas centrales sobre innovación y políticas “para” la innovación. No es común, en un tiempo de artículos muy (¿demasiado?) enfocados, tener una visión longitudinal, amplia y de largo espectro sobre un tema tan importante. La elección de siete autores centrales es muy personal, resultante de la experiencia de vida y de aprendizaje del autor; pero su combinación permitirá al lector comprender los diversos matices y la complejidad del tema.

Por eso, este libro es sumamente recomendable para los alumnos que empiezan sus estudios de Economía de (y/o Política “para”) la Innovación. Es también, a mi juicio, obligatoria para aquellos que consideran la posibilidad de seguir estudios doctorales en ese dominio. De hecho, el libro permite, de una forma sencilla, sintetizar aspectos centrales y explicar algunos de los principales ‘hallazgos estilizados’ sobre innovación. Permite igualmente comprender mejor la complejidad y la dificultad de plantear soluciones genéricas sobre un fenómeno que involucra múltiples vectores, en particular tecnológicos, económicos, sociales y políticos. La síntesis final es particularmente

relevante, sintetizando un abanico de elementos-llave para comprender un fenómeno que debe ser estudiado de forma profundizada y no basándose apenas en ideas genéricas, olvidando todo el conocimiento teórico desarrollado en los últimos 60 años. Estoy seguro que, al final del libro, el lector compartirá con el autor la “fascinación por la innovación”.

¡En hora buena José Molero ha decidido escribir este libro como testigo de una vida dedicada al estudio, a la reflexión y a la intervención pública sobre innovación!

Referencias

AKERMAN, J. (1962): *Realismo de la teoría económica: cuatro problemas metodológicos*. En P. Mayor, La economía en 1961. Aguilar, Madrid.

ARCHIBUGI, D., MICHIE, J., 1995. The Globalisation of Technology: A new Taxonomy. *Cambridge Journal of Economics*.

ARENA, R. et al (1988): *Traité d'Economie Industrielle*. Económica. Paris.

ARROW, K. (1962): "Bienestar Económico y asignación de recursos a la invención". En D.M. Lambertson (Ed): *Economía de la Información y del Conocimiento*. Fondo de Cultura Económica. México.

ATKINSON, A.B. y STIGLITZ, J.E. (1969): "A new view of Technological Change". *Economic Journal*, septiembre.

BOON, N. y EDLER, J (2018): Demand, challenges, and innovation. Making sense of new trends in innovation policy. *Science and Public Policy*, 45.

BRAÑA, J., BUESA, M. y MOLERO, J. (1984): *El Estado y el cambio tecnológico en la industrialización tardía. Un análisis del caso español*. Fondo de Cultura Económica, Madrid-México.

BUESA, M. y MOLERO, J. (1989): *Innovación industrial y dependencia tecnológica de España*. Eudema. Madrid.

BUESA, M. y MOLERO, J. (1992): *Patrones del Cambio Tecnológico y política Industrial: un estudio de las empresas innovadoras madrileñas*. Civitas-IMADE, Madrid.

BUESA, M. y MOLERO, J. (1993): "Patrones de innovación y estrategias tecnológicas en las Empresas Españolas". Incluido en J.L. García Delgado (director): *España, Economía*. Espasa Calpe. Madrid.

CIBORRA, C. (1991): "Alliances a learning experiments: cooperation, competition and change in high-tech industries". En MYTELKA (1991): *Strategic Partnerships and the World Economy*. Pinter Publishers. Londres.

CLARK. N. (1985): *The Political Economy Science and Technology*. Blackwell, Oxford.

CLARKE, R. (1993): *Economía Industrial*. Colegio de Economistas- Celeste Ediciones. Madrid.

DAVIES, S. y LYONS, B. (1988): *Economics of industrial organization*. Longman. Londres.

DOSI G. et al. (1988): *Technical Change and Economic Theory*. Printer Publisher. Londres.

DOSI, G. (1984): *Technical Change and Industrial Transformation*. McMillan. Londres.

DOSI, G. (1988): «The nature of innovative process». En DOSI, G.: et al., *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publisher. Londres.

DOSI, G. (1991): "Perspectives on evolutionary theory". *Science and Public Policy*, 18, 6.

DOSI, G., y ORSENIGO, L. (1985): *Order and change. An exploration of markets and technology in industrial institutions dynamics*. DRC Discussion Paper, n° 32, SPRU, University of Sussex.

FAGERBERG, J. (1987): A technology gap approach to why growth rates differ. *Research Policy*, 16.

FAGERBERG, J. (2004): Innovation: A guide to the Literature. En Fagerberg, J., Mowery, D., and Nelson, R (eds.) *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford.

FAGERBERG, J. (2017). Innovation Policy: Rationales, Lessons and Challenges, *Journal of Economic Surveys* , DOI: 10.1111/joes.12164.

FAGERBERG, J. (2018): Mobilizing innovation for sustainability transition. *Research Policy*, 47

FAGERBERG, J., FELDMAN, M. y SRHOLEC, M. (2014) Technological Dynamics and Social Capability: US States and European Nations, *Journal of Economic Geography*, 14 (2),

FAGERBERG, J. y SRHOLEC, M. (2008) National Innovation systems, capabilities and economic development, *Research Policy*, 37.

FAGERBERG, J. y VERSPAGEN, B. (2009) Innovation studies -The emerging structure of a new scientific field, *Research Policy*, 38.

FREEMAN, Ch (1975): La teoría económica de la innovación industrial. Alianza, Madrid

FREEMAN, Ch (1982): *The economics of industrial innovation*. (2ª edición). F.Pinter. Londres.

FREEMAN, Ch (Ed) (1990) *The economics of innovation*. Edward Elgar. Londres.

FREEMAN, Ch. (1977): «Economics of Research and Development», En SPIEGEL-RO SING y PRICE: *Science, Technology and Society*, Sage, Londres.

FREEMAN, Ch., y PEREZ, C. (1988): «Structural Crisis of adjustment, business cycles and investment behavior». En DOSI, G. et al.: *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres.

FREEMAN, Ch.; CLARK, J., y SOETE, L. (1985): *Desempleo e Innovación Tecnológica. Estudio de las ondas largas y el desarrollo económico*, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Madrid.

FURTADO, C. (1984): *El desarrollo económico: un mito*. Siglo XXI, Buenos Aires.

GERSCHENKRON, A. (1962): *Economic backwardness in historical perspective*. Harvard University Press, Cambridge

GRILICHES, Z. (1990) “Patents statistics as economic indicators”. *Journal of Economic Literature*, nº 28.

HIRSCHMAN, A. (1980): Auge y ocaso de la teoría del desarrollo. *El trimestre Económico*, nº188

JONES, H. (1979): *Introducción a las teorías modernas del crecimiento económico*, A. Bosch, Barcelona.

KAMIEN, M. I., y SCHWARTZ, N. L. (1989): *Estructura de los Mercados e Innovación*, Alianza Editorial, Madrid.

KENNEDY, Ch. y THIRDWALL, A. D. (1972): "Surveys in applied economics: technical progress". *Economic Journal*. Marzo.

KUEMMERLE, W. (1999): The drivers of foreign direct investment into research and development, An empirical investigation. *Journal of International Business Studies*, 30.

LEWIS, A. (1960): Desarrollo Económico con Oferta Limitada de Mano de Obra. *El Trimestre Económico*, nº 108.

LEWIS, A. (1964): *Teoría del Desarrollo Económico*. Fondo de Cultura Económica. México

MALERBA, F. (2002): "Sectoral systems of innovation and production". *Research Policy*, nº 31.

MALERBA, F. y ORSENIGO, L. (1990): "Technological regimes and patterns of innovations: a theoretical and empirical investigation of the Italian case". En A. Heertje Y M. Perlman (Eds). *Evolving technology and market structure*. Ann Arbor. Michigan University Press.

MARTÍN, B. (2012): The evolution of science policy and innovation studies. *Research Policy*, nº 41.

MAYER, C. (1985): "The Assessment: Recent developments in Industrial Economics and their implications for policy". *Oxford Review of Economic Policy*, vol.1, 3.

METCALFE, J.S (1995): Technology Systems and Technology Policies in an evolutionary framework. *Cambridge Journal of Economics*, 19

METCALFE, J.S. (1988): "The diffusion of innovation: an interpretative survey". Incluido en DOSI et al (1988).

MILL, J.S. (1951): *Principios de economía política*. Fondo de Cultura Económica. México.

MOLERO, J. (1990): "Economía e innovación. Hacia una teoría estructural del cambio técnico". *Economía Industrial*, nº 275. Septiembre-octubre.

MOLERO, J. (1994): Desarrollos actuales de la teoría del cambio tecnológico. *Información Comercial Española*, nº 726.

MOLERO, J. (2001): *Innovación tecnológica y Competitividad en Europa* Síntesis, Madrid

MOLERO, J. (2015): La innovación tecnológica en la economía española: la necesidad de un gran impulso. *Información Comercial Española*, 883.

MYRDAL, G. (1944). *An American Dilema*. Harper and Brothers. N. York.

MYRDAL, G. (1962): *Teoría económica y regiones subdesarrolladas*. Fondo de Cultura Económica, México.

MYRDAL, G. (1968): *Asian Drama*. Penguin.

MYRDAL, G. (1973): *Reto a la pobreza*. Ariel, Barcelona.

NELSON, R. (1991): "The role of firm differences in an evolutionary theory of technical advance". *Science and Public Policy*, vol. 18, nº 6.

NELSON, R., y WINTER, S. (1977): «In Search of a Useful Theory of Innovation», *Research Policy*, vol 6, 1.

NELSON, R. y WINTER, S. (1982): *An evolutionary theory of economic change*. Harvard University Press. Cambridge.

NURKSE, R. (1955): *Problemas de formación de capital en los países insuficientemente desarrollados*. Fondo de Cultura Económica. México.

ORSENIGO, L. (1989): *The Emergence of Biotechnology*. Ed. Printer Publishers. Londres.

PATEL, P. y PAVITT, K. (1991): Large Firms in the Production of the World's Technology: An Important Case of "Non-Globalisation". *Journal of International Business Studies*, 22.

PATEL, P. y PAVITT, K. (1991): "Europe's technological performance". Incluido en Ch. Freeman, M. Sharp and W. Walker (Eds.): *Technology and the future of Europe: Global competition and the environment in the 1990s*. Printer Publishers. Londres.

PAVITT, K. (1984): "Sectorial patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory". *Research Policy*, vol. 13. nº 6. Diciembre.

PAVITT, K. (1988): Uses and abuses of patents statistics. En Van Raan (ed): *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology*. Elsevier, Londres.

PAVITT, K. et al. (1989): "Technological accumulation, diversification and organization in UK companies". *Management Science*, 35.

PAVITT, K., y PATEL, P. (1987): «Is Western Europe losing the technological race? », *Research Policy* 16.

PORTER, M. E. (1991): *La ventaja competitiva de las naciones*. Plaza y Janés. Barcelona.

PREBISCH, R. (1964): *Nueva Política Comercial para el Desarrollo*. Fondo de Cultura Económica. México.

PREBISCH, R. (1981): *Capitalismo Periférico: crisis y transformación*. Fondo de Cultura Económica, México.

ROBINSON, J. (1979): «Notes on technical change», En *The Generalization of the General Theory and other Essays* (2^a edición), McMillan, Londres.

ROSENBERG, N. (1979): *Tecnología y Economía*, Gustavo Gilí, Barcelona.

ROSENSTEIN-RODAN, P.N. (1960): *Notas sobre la teoría del gran impulso*. En H.S. Ellid (ed): *El desarrollo económico y América Latina*. Fondo de Cultura Económica. México.

ROTHWELL, R. (1985): *Innovation and the Smaller Firm. First International Technical Innovation and Entrepreneurship*. Symposium. Uthat Innovation Foundation, Salí Lake City, 11/13 septiembre.

ROTHWELL, R. (1991): "Successful Industrial Innovation: Critical Factors for the 1990's". SPRU. Sussex. (Mimeo).

ROTHWELL, R. y ZEGUELD, W. (1985): *Reindustrialization and technology*. Longman. Londres.

ROTHWELL, R., y GARDINER, P. (1984): «The Role of Design in Competitiveness», Incluido en Langdong, R. (ed.): *Design Policy*, vol 2. Design and industry Design Council, Londres.

ROTHWELL, R., y GARDINER, P. (1985): *Innovation. A study of the problems and benefits product innovation*. Design Council, Londres.

SAHAL, D. (1985): "Technological guideposts and innovation avenues". *Research Policy*, nº 14. Abril.

SCHERER, F. M. (1980): *Industrial Market Structure and Economic Performance* {2.ª edición), Houghton Mifflin, Boston.

SCHERER, F. M. (1982): «Inter-industry technology flows in the United States», *Research Policy*, 11.

SEERS, D. (1969): The Meaning of Development. *IDS Review*. 11

SINGER, H.W. (1950): La distribución de los beneficios entre los países inversores y los prestatarios. En Okun, y Richardson (ed): *Estudios sobre el desarrollo económico*. Deusto. Bilbao.

SMITH, A. (1976): *Investigación sobre la naturaleza y causas de las riquezas de las naciones*. Fondo de Cultura Económica. México.

SOETE, L. (2019): Science, technology and innovation studies at a crossroad: SPRU as case study. *Research Policy*, 48.

TIDD, J., BESSANT, J. y PAVITT, K. (1997): *Managing Innovation. Integrating technological, market and organizational change*. Wiley, Chichester.

TOWNSEND, J. et al. (1982): *Innovations in Britain since 1945*. SPRU. Occasional Papers, nº 3. University of Sussex.

UTTERBACK, J.J. y ABERNATHY, W. (1975). *A dynamic model of product and process innovation*. Omega.

UTTERBACK, J.M. (2001): *Dinámica de la innovación tecnológica*. Fundación COTEC, Madrid.

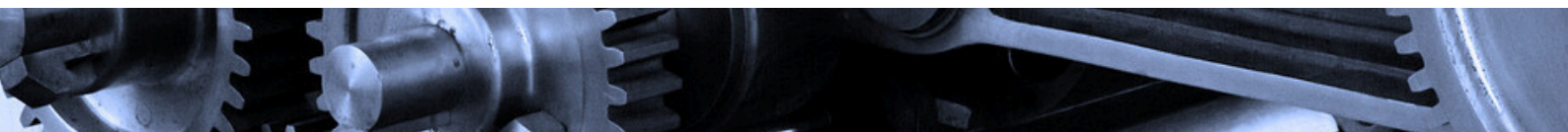
VARIOS AUTORES (1998): *Internationalisation of research and technology. Trends, issues and implications for science and technology policies in Europe*. European Commission. Luxemburgo.

VEGARA, J. M. (1989): "Cambio tecnológico y Organización Industrial". *Cuadernos de Economía*, nº 50.

WINTER, S. (1984): "Schumpeterian competition in alternative technological regimes". *Journal of Economic Behavior and Organization*. Septiembre-diciembre.

José Molero ofrece un recuento conciso y estimulante de lo que el campo de la economía de la innovación ha logrado en el último medio siglo. No es solo un observador externo: Molero ha sido un miembro integral de esta comunidad desde el principio. No solo ha contribuido a la literatura, sino que también ha desempeñado un papel clave en la facilitación de intercambios entre académicos e instituciones de todo el mundo. Por lo tanto, está en la mejor posición para reflexionar sobre el pasado y proporcionar una visión general que responda a la pregunta fundamental: ¿Qué hemos aprendido? Se están produciendo grandes transformaciones. El texto de Molero nos ayuda a comprender mejor no solo lo que hemos aprendido del pasado, sino también cómo actuar en un mundo cada vez más complejo. Leerlo aumentará el apetito por saber más sobre este fascinante tema y posiblemente también por actuar.

DANIELE ARCHIBUGI



Muchos años colaborando mano a mano para cambiar las cosas en España, dándole protagonismo a esta materia tan ignorada en nuestro acervo cultural, hacían natural una nueva manera de hacer algo juntos. *“Lo que nos llevó a reunirnos aquellos años con otros personajes de nuestro perfil, fue combinar la experiencia científica – el mundo académico – con las vivencias empresariales buscando acercar ambos lados de esta brecha, estableciendo puentes para transitar de un lado al otro de esos mundos tan incomprensiblemente separados”*. Ahora, el profesor de nuevo nos plantea el reto de no olvidar las formulaciones teóricas a la hora de definir políticas para la innovación. Y para ello nos invita a la relectura, comprimida y compleja de las formulaciones de un exquisito grupo de personas que han dedicado su vida al estudio de las consecuencias que para la sociedad tienen las políticas que afectan al manejo del conocimiento por parte de los actores económicos y sociales.

FRANCISO MARÍN

