

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC)
DIRECCIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA: INGENIO (CSIC-UPV)

PROGRAMA
DINA-ITC

TEMA 09



Sistemas sectoriales de innovación

Autor:
Pedro Marques

Índice

Breve presentación del autor.....	1
1 Presentación del tema y objetivos de aprendizaje.....	2
2 Sistemas de Innovación.....	2
2.1 Definir el núcleo del sistema de innovación	4
2.2 Como evitar el enfoque excesivo en alta tecnología y STI	6
2.3 Sistemas sectorales de innovación.....	7
2.4 Oportunidades y desafíos para la investigación de SSI en el advenimiento de la 4IR.....	9
2.4.1 Cambios en la dimensión tecnológica	10
2.4.2 Cambios en la dimensión de la demanda	10
2.4.3 Cambios en la dimensión política	10
2.4.4 Aumento de las interacciones entre empresas y organizaciones no empresariales	10
3 Aclaración de conceptos	12
4 Textos de ampliación.....	14
5 Bibliografía y webs de consulta	14

Breve presentación del autor

Pedro Marques es investigador Ramón y Cajal en INGENIO, un centro de investigación especializado en estudios de innovación afiliado al CSIC y a la Universitat Politècnica de València. Licenciado en Sociología por el ISCTE en Lisboa, Portugal, tiene un máster y doctorado por la Universidad de Newcastle (Reino Unido) en Geografía Económica. Su agenda de investigación incluye temas como el desarrollo regional, sistemas de innovación y gobernanza de las regiones periféricas de la Unión Europea. Es investigador visitante en el Centre for Urban and Regional Development Studies, de la Universidad de Newcastle, y en CIRCLE, de la Universidad de Lund. Ha trabajado como investigador en la Universidad de Newcastle (Reino Unido), la Universidad de Kiel (Alemania), la Universidad de Cardiff (Reino Unido) y la Universidad de Sussex (Reino Unido).

Actualmente es investigador principal en dos proyectos H2020: *POLISS – Policies for Smart Specialisation*, una Marie Skłodowska-Curie Innovative Training Network coordinada por Utrecht University que empezó en diciembre de 2019; y el *Social and Scientific Innovation to Achieve the Sustainable Development Goals*, un proyecto Erasmus + coordinado por la Universidad RMIT en Australia, que empezó en junio de 2021. Es también co-investigador principal en un proyecto del Ministerio de Ciencia e Innovación llamado *Innovación, Ambiente y Justicia Social*, que empezó en septiembre de 2021. Como resultado de su investigación, ha publicado en varias revistas de alto impacto y ha escrito informes sobre políticas públicas de innovación para instituciones en Reino Unido, Portugal y para la Comisión Europea.

1 Presentación del tema y objetivos de aprendizaje

La investigación sobre la innovación¹ ha concluido hace ya varias décadas que la innovación no es un proceso lineal, donde la ciencia conduce a la tecnología que a su vez conduce a la innovación. Al revés, es un proceso sistémico, donde una variedad de organizaciones, incluyendo empresas privadas (que son tradicionalmente los agentes más importantes), universidades, centros de investigación, asociaciones empresariales, entidades del sector público u otras interactúan de manera formal, e informal, para compartir problemas e identificar soluciones para esos problemas. Estas interacciones ocurren además dentro de un contexto específico, que involucra el entorno institucional nacional o regional, las características y oportunidades de las tecnologías mismas, la dinámica del mercado y otros factores que pueden influir en la producción y valoración del conocimiento. Esto significa que para comprender cómo ocurren las innovaciones, es importante centrarse no solo en la organización que lleva esa innovación al mercado (normalmente una empresa privada), sino también en todas aquellas otras organizaciones, y en las interacciones entre ellas, que han contribuido de manera más grande o más pequeña a hacer posible esa innovación. Desde el punto de vista de la Universidad, comprender el concepto de sistemas de innovación también significa darse cuenta de que el objetivo no es transferir conocimiento a organizaciones externas, sino construir una relación con varias entidades que innovan (o por lo menos quieren innovar) que permita que el aprendizaje y el conocimiento fluyan en todas las direcciones, incluso hacia la universidad.

El objetivo de este documento es proporcionar a los asistentes una variedad de conceptos que les permita comprender el concepto de sistema de innovación, especialmente en el contexto de diferentes sectores económicos o tecnológicos. Esto ayudará a los estudiantes a comprender cómo los factores que son específicos de un sector, como el nivel de madurez de una tecnología, la demanda, las regulaciones o las relaciones entre empresas dentro de una cadena de valor, influyen en los procesos de innovación.

2 Sistemas de Innovación

Antes de avanzar con el tema específico de este documento, es importante explicar los orígenes del concepto de sistemas de innovación. Este concepto se ha popularizado, tanto en el mundo académico como en el mundo de las políticas públicas y de la gestión de la tecnología, desde hace varias décadas (ver Li et al 2021). Fue desarrollado originalmente por Freeman (1987) basado en sus observaciones del sistema de innovación nacional de Japón. Más tarde surgieron otros conceptos, como el de sistemas *nacionales* de innovación (por ejemplo, Lundvall, 1992; Nelson, 1993), sistemas *regionales* de innovación (por ejemplo, Autio, 1998; Howells, 1999), sistemas *sectoriales* de innovación (por ejemplo, Malerba, 2002, 2004), y los sistemas de innovación *tecnológica* (por ejemplo, Bergek et al., 2008; Markard y Truffer, 2008; Binz et al., 2014).

1 Ver sección Aclaración de conceptos para una definición.

En la formulación original, la palabra “sistema” se refería a algunas ideas simples. En primer lugar, que el todo es más que la suma de sus partes. En otros términos, cuando un grupo de empresas y otras organizaciones colaboran y comparten conocimiento con el objetivo de innovar, además de las colaboraciones formales que puedan existir y que generan beneficios concretos, hay también una serie de procesos de aprendizaje formales e informales que emergen y que son difíciles de cuantificar. Por ejemplo, la movilidad de trabajadores entre empresas o la creación de spin-offs y start-ups, la organización de seminarios u otros eventos, los encuentros informales fuera del local de trabajo, o incluso el efecto de imitación, son externalidades que surgen de la existencia del sistema, pero que no se pueden atribuir a ninguna organización o persona en particular.

En segundo lugar, y específicamente para los que estudiaban sobre el concepto de sistemas nacional de innovación, estos autores defendían que las interrelaciones y la interacción entre las organizaciones eran tan importantes para los procesos y los resultados como lo eran las organizaciones en sí mismas. Una vez que estas interacciones tienden a desarrollarse de forma distinta en cada país, eso explicaba la idea que cada sistema nacional tiene una dinámica única. El fenómeno de la globalización no ha cambiado la importancia del estado-nación para entender este fenómeno, ya que siguen existiendo muchas áreas que son fundamentales para la innovación que son gestionadas y reguladas a nivel nacional, como la ciencia, la educación, la regulación del mercado laboral o las políticas fiscales.

Es importante reconocer que la terminología de “sistema” ha sido utilizada por veces de forma equivocada en las políticas públicas. Ciertos responsables políticos han interpretado el “sistema” de una manera mecanicista asumiendo que el sistema puede ser fácilmente construido, gobernado y manipulado. La falta de una definición clara ha contribuido a esas interpretaciones erróneas. La verdad es que estos sistemas no se pueden construir del cero ni con intervenciones unidimensionales, como por ejemplo con incentivos a la creación de redes, pero si tienen que desarrollarse a lo largo del tiempo, con varios tipos de intervención que mejoren el entorno institucional, que ayuden al incremento de la confianza entre los agentes económicos y otros, e que ayuden a los distintos actores para que colaboren de forma más regular.

Aunque se proponga en este documento una visión ‘ecuménica’ de lo que es un sistema de innovación, es importante lembrar que una de las críticas que por veces se hace a este concepto es que busca incluir a todos y no deja claro cuáles son las organizaciones más importantes. Por eso Lundvall (2007) propuso un método para distinguir entre el centro del sistema y las organizaciones de apoyo.

Este método parte de los siguientes hechos básicos:

1. Sabemos que las empresas son las unidades que desempeñan el papel más importante en el sistema de innovación. Sabemos también que es importante para la innovación, y para el impacto que la innovación tiene en la creación de valor añadido, la forma cómo se organizan las empresas.

2. Sabemos que las empresas innovan en interacción con otras empresas y que interactúan también con la infraestructura que produce conocimiento, incluyendo las universidades y los institutos tecnológicos.
3. Sabemos que las actividades innovadoras de las empresas —su estilo y modo de innovación y aprendizaje— dependen de los sistemas educativos nacionales, los mercados laborales, los mercados financieros, los derechos de propiedad intelectual, la competencia en los mercados de productos y los regímenes de bienestar.
4. Sabemos que las empresas pertenecientes a distintos sectores difieren en la forma en que innovan, interactúan con otras empresas, interactúan con la infraestructura del conocimiento y recurren a los mercados de trabajo, finanzas y propiedad intelectual

Por lo tanto, para entender un sistema de innovación, son necesarios varios pasos:

1. El primer paso sería analizar lo que ocurre dentro de las empresas en términos de innovación y desarrollo de competencias.
2. Un segundo paso sería analizar la interacción entre las empresas, incluyendo como compiten, cooperan y crean redes, y cómo las empresas interactúan con la infraestructura del conocimiento.
3. Un tercer paso consistiría en explicar las diferencias internacionales a este respecto con una referencia a las especificidades de la educación nacional, los mercados de trabajo, los mercados financieros, los regímenes de bienestar y los regímenes de propiedad intelectual.
4. Como cuarto paso, la organización de la empresa y el posicionamiento en red pueden utilizarse para explicar la especialización, la competitividad y el crecimiento del sistema de innovación.

Sobre esta base podemos definir las fronteras del sistema de innovación en dos pasos. Podemos ubicar un núcleo y una configuración más amplia alrededor de este núcleo. El núcleo del sistema de innovación es, por lo tanto, las empresas en interacción con otras empresas y con la infraestructura del conocimiento. Para explicar las diferencias internacionales en estos aspectos, necesitamos incluir un entorno más amplio que incluya los sistemas educativos nacionales, los mercados laborales, los mercados financieros, los derechos de propiedad intelectual, la competencia en los mercados de productos y los regímenes de bienestar.

2.1 Definir el núcleo del sistema de innovación

Una vez definidas las fronteras del sistema, para identificar cuáles son las organizaciones más relevantes, es importante reconocer además que hay diferencias importantes entre entidades del mismo tipo. Dentro del núcleo, hay tradicionalmente una minoría de empresas que introduce innovaciones que son radicales y nuevas en la economía global. Son pioneras, y sus actividades estimulan el desarrollo económico al contribuir para la diversidad

de la economía e incrementar las oportunidades tecnológicas. Entre sus competidores hay seguidores tempranos y tardíos, que imitan y adaptan los nuevos productos y procesos. Entre las empresas usuarias y entre los consumidores también hay adoptantes tempranos y tardíos de nuevos productos. Los seguidores tempranos están involucrados en la depuración de innovaciones y, mientras lo hacen, resuelven problemas con los nuevos productos y pueden ver nuevas posibilidades para su aplicación. Por su turno, los consumidores tempranos también pueden contribuir directamente, cambiando la nueva tecnología u ofreciendo información de retroalimentación a los pioneros, que les permite mejorar sus procesos y resultados. Los seguidores y los usuarios tempranos tienen un papel importante a desempeñar en el sistema de innovación en su conjunto, ya que participan en procesos que son tan importantes para el proceso de innovación en general como las empresas pioneras.

Los seguidores tardíos y los usuarios tardíos pueden no contribuir directamente al proceso general de innovación en el mismo grado que los otros. Es probable que sus dificultades para absorber y utilizar las nuevas tecnologías sean considerables dada su limitada competencia para hacerlo. No obstante, para el desempeño económico de la economía en general, la capacidad de estas organizaciones para absorber y utilizar nuevas tecnologías puede ser tan importante como la capacidad de las empresas pioneras y de los primeros seguidores y usuarios. Por eso es importante que las actividades de estímulo a la innovación se enfoquen no apenas en las organizaciones punteras, pero también en las menos innovadoras. El rendimiento de la economía dependerá de la distribución de las empresas en las tres categorías, del nivel de competencia en cada grupo y, en particular, de la comunicación y la interacción entre las empresas pertenecientes a las diferentes categorías. La retroalimentación de los usuarios tempranos y tardíos es fundamental para las empresas pioneras, mientras que los servicios de apoyo de los pioneros son importantes para la absorción y el uso exitosos de las nuevas tecnologías por parte de los usuarios.

En lo que respecta a la relación de las empresas con las distintas partes de la infraestructura del conocimiento (Universidades, institutos tecnológicos, etc.), el tipo de vinculación y comunicación se hace a través de diferentes medios (mercado, proyectos colaborativos, acceso a servicios de información gratuitos, relaciones informales u otros) y con un compromiso más o menos mutuo. Para el sistema de innovación en su conjunto, a corto y medio plazo, es importante para el rendimiento que existan interacciones efectivas entre las empresas y la infraestructura del conocimiento. A largo plazo es importante que se permita (estímulo) que la infraestructura del conocimiento evolucione con la población de empresas, pero también con cierta autonomía para que pueda dar lugar a tecnologías radicalmente nuevas.

Podemos entonces concluir que la interacción y la comunicación son clave tanto dentro de la población de empresas como entre las empresas y la infraestructura del conocimiento. Una clave para entender la interacción y la comunicación es hacer una distinción entre la transferencia de conocimiento y el aprendizaje a través de flujos de información (inter-

cambio de *conocimiento codificado*²) y el contacto personal (intercambio de *conocimiento tácito*³). Una diferencia clave entre las empresas, los sectores, los sistemas regionales y nacionales es el papel desempeñado por el conocimiento codificado y el conocimiento tácito en el proceso de innovación, respectivamente. Es importante tener esta distinción en mente para entender que ni todas las organizaciones necesitan el mismo tipo de innovación, como discutimos en la próxima sección.

2.2 Como evitar el enfoque excesivo en alta tecnología y STI⁴

Existe un cierto sesgo tanto en la teoría de la innovación como en las políticas de innovación en la dirección de las industrias de alta tecnología. Esto tiene alguna base racional en el hecho de que la tasa de innovación en tales industrias es normalmente más alta. No obstante, teniendo en cuenta las definiciones dadas anteriormente, el enfoque en tales industrias es un error. La frecuencia de empresas pioneras e imitadores tempranos puede ser mayor en estos sectores, pero para comprender cómo la innovación afecta el rendimiento macroeconómico es necesario incluir en el análisis todo tipo de empresas y sectores. Se ha demostrado que hay mucha innovación también en las llamadas industrias de baja tecnología y que la mayoría de estas industrias, hasta cierto punto, basan sus innovaciones en el uso de la ciencia.

Otro sesgo es dar más énfasis a las actividades relacionadas con la ciencia al descuido de las actividades relacionadas con el aprendizaje basado en la experiencia (y en el conocimiento tácito, como discutido antes). Es verdad que las actividades de innovación basadas en la I+D, y la creación y utilización de conocimiento codificado (modo de innovación en STI) tienen más visibilidad, particularmente en las políticas públicas. Pero en las empresas y otras organizaciones existen estrategias de innovación basadas principalmente en aprender haciendo, usando e interactuando (modo DUI⁵ de innovación). En general, este tipo de innovación necesita un tipo de gestión y de interacción entre los empleados que promueva el intercambio de conocimiento implícito (o tácito) y promueva el aprendizaje interactivo. Mientras que el modelo de innovación STI está basado en la ciencia, el modelo DUI está basado en la experiencia (ver Jensen et al., 2006).

Al trazar las líneas en torno al sistema de innovación, deben incluirse todas las empresas y también deben incluirse actividades relacionadas tanto con el aprendizaje basado en la experiencia como con las actividades relacionadas basadas en la ciencia. Esto significa también que el sistema de innovación, y las políticas de apoyo a la innovación, deben abarcar tanto a los agentes de las industrias de alta y baja tecnología como a las actividades que se refieren a los dos modos de innovación.

2 Ver sección Aclaración de conceptos para una definición.

3, 4, 5 Idem.

2.3 Sistemas Sectoriales de Innovación

Después de delinear las características principales de un sistema de innovación en general, este documento se debruza ahora sobre el concepto específico de sistemas sectoriales de innovación. Este se define como un conjunto de productos nuevos y establecidos para usos específicos y el conjunto de agentes que llevan a cabo interacciones de mercado y no de mercado para la creación, producción y venta de dichos productos. Un sistema sectorial tiene una base de conocimientos específicos, tecnologías, insumos y una demanda existente (los productos que los usuarios demandan de momento), emergente (los nuevos bienes y servicios que se empiezan a demandar) y potencial (bienes y servicios que podrán interesar a los usuarios, si se producen).

Los agentes que componen el sistema sectorial son organizaciones e individuos (por ejemplo, consumidores, empresarios, científicos). Las organizaciones pueden ser empresas (por ejemplo, usuarios, productores y proveedores de insumos) y de otro tipo (por ejemplo, universidades, instituciones financieras, agencias gubernamentales, sindicatos o asociaciones técnicas), incluyendo las subunidades de organizaciones más grandes (por ejemplo, departamentos de I + D o producción) y grupos de organizaciones (por ejemplo, asociaciones industriales). Como se puede ver por esta descripción, el concepto es muy parecido con el de sistemas de innovación, aunque con el énfasis en un sector.

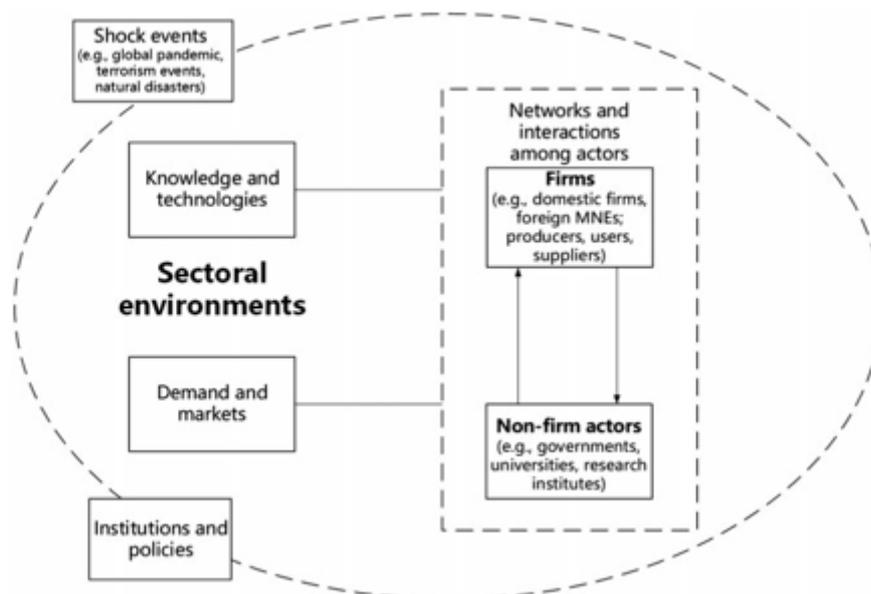
Los agentes son caracterizados por procesos de aprendizaje específicos, competencias, creencias, objetivos, estructuras organizativas y comportamientos. Interactúan a través de procesos de comunicación, intercambio, cooperación, competencia y mando, y sus interacciones son moldeadas por instituciones (reglas y regulaciones). Con el tiempo, un sistema sectorial experimenta procesos de cambio y transformación a través de la co-evolución de sus diversos elementos. Esto significa que las distintas partes del sistema cambian y se adaptan en conjunto y en interacción.

El concepto de sector en este contexto es distinto del concepto tradicional de sector utilizado en la economía industrial porque examina otros agentes además de las empresas, pone mucho énfasis en las interacciones no comerciales además de las interacciones del mercado (que son obviamente importantes), y se centra en los procesos de transformación del sistema que no considera límites sectoriales como algo estático.

En resumen, los elementos básicos de un sistema sectorial son:

- Productos.
- Agentes: empresas y otras organizaciones (como universidades, instituciones financieras, gobierno central, autoridades locales), así como organizaciones de nivel inferior (departamento de I + D) o superior de agregación (por ejemplo, consorcios de empresas); individuos.

- Procesos de conocimiento y aprendizaje: La base de conocimiento de las actividades innovadoras y productivas difiere entre sectores y afecta en gran medida a las actividades innovadoras, la organización y el comportamiento de las empresas y otros agentes dentro de un sector.
- Tecnologías básicas, insumos, demanda y los vínculos y complementariedades en áreas distintas, como por ejemplo a nivel de tecnología, insumos y demanda, que por su vez pueden ser estáticos y dinámicos. Incluyen las interdependencias entre sectores relacionados vertical (en cadena de valor, o sea, los varios sectores que contribuyen para un producto final) u horizontalmente (relación entre proveedor y cliente), la convergencia de productos previamente separados o la aparición de nueva demanda a partir de la demanda existente. Las interdependencias y complementariedades definen los límites reales de un sistema sectorial. Pueden estar en el nivel de insumos, tecnología o demanda y pueden referirse a la innovación, la producción y la venta.
- Mecanismos de interacción tanto dentro como fuera de las empresas: Los agentes son examinados como involucrados en procesos de interacciones de mercado y no comerciales.
- Procesos de competencia y selección.
- Instituciones: Tales como normas, regulaciones, mercados laborales, etc. Esta noción de sistema sectorial pone énfasis en la estructura del sistema en términos de productos, agentes, conocimientos y tecnologías y en su dinámica y transformación.



2.4 Oportunidades y desafíos para la investigación de SSI en el advenimiento de la 4IR

La investigación sobre sistemas sectoriales de innovación se ha expandido rápidamente en la última década. Hasta cierto punto, esto coincide con los cambios socio-tecnológicos que se conocen actualmente como industria 4.0. La noción de “Industria 4.0” se introdujo en 2011 durante la Feria de Hannover y se refiere a la fusión de los mundos físico y digital a través de una amplia gama de tecnologías como sistemas ciber físicos, Internet de las cosas, computación en la nube, etc. Asociada a la industria 4.0, se habla también hoy en día de la 4IR (cuarta revolución industrial, o *4th Industrial Revolution* en Inglés), término que se ha acuñado más tarde en el Foro Económico Mundial, lo que popularizó aún más el concepto al resaltar no solo los cambios tecnológicos sino también las transiciones económicas y sociales desde el nuevo milenio. Desde entonces, el tema del 4IR ha atraído una creciente atención de académicos, profesionales y formuladores de políticas.

A pesar de su popularidad, 4IR ha sido un tema controvertido desde su creación. Algunos estudiosos argumentan que el 4IR es un “bombo”. Sugieren que el supuesto 4IR no es más que una extensión del 3IR, caracterizada por la revolución de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). Algunos desafíos metodológicos se ilustran con las siguientes preguntas: (i) ¿Las características de 4IR presentan un cambio tecnológico y socioeconómico de magnitud suficiente para justificar que se denote una revolución industrial? (ii) ¿Difiere el 4IR lo suficiente del 3IR como para merecer la demarcación como una revolución industrial por derecho propio (no siendo simplemente una extensión del 3IR)? (iii) Si las revoluciones industriales se detectan principalmente en retrospectiva, ¿cómo identificar una (nueva) revolución industrial concurrente con el momento en que se argumenta que tiene lugar? Aun así, la expresión ha tenido una aceptación significativa, ya que la nueva ola de cambios tecnológicos desde el nuevo milenio ha tenido un impacto grande en la forma en que vivimos y la forma en que trabajamos. Por ejemplo, la conexión generalizada que traen los teléfonos inteligentes ha cambiado la forma como se organizan y coordinan los factores de producción (por ejemplo, la economía de plataformas, los servicios bajo demanda).

La ola de cambios sociotecnológicos desde el nuevo milenio presenta tanto oportunidades como desafíos para la investigación de SSI, teniendo en cuenta las preocupaciones anteriores con respecto a la naturaleza potencial y el impacto de la 4IR. Como sugiere la literatura de SSI, los cambios en los entornos sectoriales abrirán las ventanas de oportunidad para los recién llegados, lo que conducirá a cambios sucesivos en el liderazgo industrial. Al igual que la primera, la segunda y la tercera revoluciones industriales, la 4IR está abriendo nuevas ventanas de oportunidad para empresas y estados que están bien preparados. A continuación, damos algunos ejemplos de cómo el supuesto 4IR ha estado cambiando los sistemas sectoriales en tres dimensiones.

2.4.1 Cambios en la dimensión tecnológica

En la dimensión tecnológica, vemos fronteras menos demarcadas entre varios sectores, con tecnologías de TIC penetrando efectivamente en la gran mayoría de los existentes. Por ejemplo, los automóviles y las TIC solían ser dos industrias distintas, que diferían en términos de ciclos tecnológicos, acumulación de conocimientos, etc. Sin embargo, como el 4IR ha acercado los mundos digital y físico, hoy en día, una gran parte de las piezas en los automóviles son componentes de TIC. Por lo tanto, vemos un aumento de las interacciones (por ejemplo, colaboraciones) entre las empresas de automóviles y TIC (por ejemplo, Audi y Huawei, Volvo y Ericsson). Otro ejemplo son las tecnologías de inteligencia artificial que han estado penetrando en la base de conocimiento de varios sectores (por ejemplo, en salud, entretenimiento, energía y robótica).

2.4.2 Cambios en la dimensión de la demanda

En la dimensión de la demanda, también se producen cambios rápidos asociados a la era 4IR, en parte impulsados por el avance de las tecnologías (por ejemplo, teléfonos inteligentes, inteligencia artificial) y parcialmente impulsados por las cambiantes preferencias de los consumidores. Por un lado, las empresas son más capaces que nunca de identificar las necesidades personalizadas de los usuarios y proporcionar servicios diferenciados (por ejemplo, recomendaciones personalizadas para noticias o películas). Esto cambiará el modelo de producción en masa que era dominante desde la segunda revolución industrial, induciendo demandas más personalizadas. Por otro lado, los consumidores, en particular los llamados “nativos digitales” (Prensky, 2001), son cada vez más receptivos a las nuevas tecnologías digitales.

2.4.3 Cambios en la dimensión política

En la dimensión política, también observamos cambios significativos con el advenimiento de la 4IR. Por ejemplo, el desarrollo y la adopción de tecnologías de inteligencia artificial requieren nuevas políticas relacionadas con la gobernanza de datos, la privacidad, la ética y el empleo. El Reglamento General de Protección de Datos aprobado por la Unión Europea es solo un ejemplo de posibles reacciones políticas hacia las tecnologías 4IR. Aunque estas políticas tenían por objeto proporcionar a las personas una mejor protección de los datos, también afectan a las empresas que operan en sectores sensibles a los datos.

2.4.4 Aumento de las interacciones entre empresas y organizaciones no empresariales

La entrada de las tecnologías digitales en diferentes aspectos de nuestra sociedad también facilita las interacciones entre los distintos agentes de los sistemas sectoriales. Estas interacciones crecientes no solo provienen de la borrosidad emergente entre fronteras sectoriales, que intensificaron la competencia y las colaboraciones entre productores, usuarios

y proveedores, sino que también provienen del cambio de poder entre empresas y actores no empresariales. También desencadena una serie de discusiones sobre temas como la seguridad de los datos, la privacidad de los datos y la gobernanza de los datos, que se están volviendo cada vez más importantes en la era de la 4IR. Mientras tanto, las colaboraciones entre empresas y actores no empresariales también podrían ser fructíferas para generar nuevas soluciones a los desafíos que enfrentamos hoy, como lo ejemplificó la colaboración entre las plataformas digitales (ejemplo, Alipay y WeChat) o los gobiernos locales que han participado en el desarrollo de un sistema de seguimiento para contener el COVID-19.

En resumen, estos cambios introducidos por 4IR abren ventanas de oportunidades para interacciones interesantes entre diversos actores, tanto dentro como entre los sistemas sectoriales. Las distintas respuestas estratégicas de las empresas hacia estos cambios afectarán la innovación, la evolución y la dinámica de los diversos sistemas sectoriales.

3 Aclaración de conceptos

Innovación (de acuerdo con el Manual de Oslo – OECD/Eurostat 2018)

Los componentes clave del concepto de innovación incluyen el papel del conocimiento como base para la innovación, la novedad y la utilidad, y la creación o preservación de valor como el presunto objetivo de la innovación. El requisito de implementación diferencia la innovación de otros conceptos como la invención, ya que una innovación debe implementarse, es decir, ponerse en uso o ponerse a disposición de otros para su uso.

El término “innovación” puede significar tanto una actividad como el resultado de la actividad. La definición general de una innovación es por lo tanto la siguiente:

Una innovación es un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de los mismos) que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la unidad y que se ha puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o se ha puesto en uso por la unidad (proceso).

Esta definición utiliza el término genérico “unidad” para describir al actor responsable de las innovaciones. Se refiere a cualquier unidad institucional en cualquier sector, incluidos los hogares y sus miembros individuales.

Hay dos tipos principales de innovación: *innovaciones de productos* e *innovaciones de procesos de negocio*.

1. Una innovación de producto es un bien o servicio nuevo o mejorado que difiere significativamente de los bienes o servicios anteriores de la empresa y que se ha introducido en el mercado.
2. Una innovación de procesos de negocio es un proceso de negocio nuevo o mejorado para una o más funciones de negocio que difiere significativamente de los procesos de negocio anteriores de la empresa y que ha sido puesto en uso por la empresa.

Conocimiento codificado

El conocimiento codificado se puede representar en lenguaje formal como códigos matemáticos, gramaticales, digitales y simbólicos. La codificación implica la creación de categorías perceptivas y conceptuales que facilitan la clasificación de diversos fenómenos. El conocimiento científico es un buen ejemplo de conocimiento codificado, ya que utiliza términos y conceptos que pueden ser compartidos de forma impersonal y objetiva. Pero la información escrita en un código solo puede realizar esas funciones cuando las personas pueden interpretar el código y darle interpretaciones más o menos coherentes entre sí. Leer con éxito el código en este último sentido puede implicar la adquisición previa de considerables conocimientos especializados.

Conocimiento tácito

El conocimiento tácito se refiere al conocimiento, las competencias y las habilidades que un individuo obtiene a través de la experiencia, que a menudo es difícil de poner en palabras o comunicar de otra manera. En otras palabras, el componente tácito requerido para el desempeño exitoso de una habilidad es el que desafía la codificación o la articulación, ya sea porque el intérprete no es plenamente consciente de todos los “secretos” del desempeño exitoso o porque los códigos del lenguaje no están lo suficientemente bien desarrollados como para permitir una explicación clara. La mejor manera de transmitir dicho conocimiento es a través de la demostración y la práctica, como en la clásica relación maestro-aprendiz en la que se emplean la observación, la imitación, la corrección y la repetición en el proceso de aprendizaje.

Innovación basada en ciencia y tecnología – *Science, Technology and Innovation* en inglés

El modo de innovación basado en la ciencia y la tecnología (STI) desarrolla productos en la base de la I+D, utilizando recursos humanos científicos altamente calificados y tecnologías e infraestructuras avanzadas. Este modo de innovación permite interacciones con centros productores de nuevos conocimientos- principalmente centros de investigación y universidades, organizaciones para la intermediación científica, y fundaciones para la difusión de la investigación científica- que generan el conocimiento codificado y explícito que puede ser utilizado por la empresa para producir innovaciones. Este enfoque tiende a generar conocimiento analítico (es decir, principios científicos, descubrimientos y fórmulas) y, en menor medida, conocimiento sintético (es decir, recombinación de diferentes bases de conocimiento analítico con un propósito práctico basado en la ingeniería). Esta producción de conocimiento se asocia típicamente con industrias y empresas de alta tecnología que operan en productos farmacéuticos, biotecnología y nano materiales, entre otros.

Innovación basada en hacer, usar e interactuar - *Doing, Using and Interacting* en inglés

La innovación de este tipo enfatiza la importancia de la práctica y la innovación basada en la interacción que se basa en el aprendizaje mediante la práctica, el uso y la interacción (DUI). La innovación en la empresa se genera principalmente por la capacidad de la organización para desarrollar intercambios informales y formales internos, pero también interacciones con proveedores, clientes y competidores. Estas prácticas suelen generar un tipo de base de conocimiento sintético que se explota en un gran número de industrias basadas en la ingeniería, como máquinas herramienta, construcción naval, automoción y energía, entre otras.

4 Textos de ampliación

Buesa, M. (2012). El sistema Nacional de Innovación en España: un panorama. *ICE: Revista de Economía*, 869, 7–42. <http://www.revistasice.com/index.php/ICE/article/view/1548/1548>

Parga-Dans, E., Castro-Martínez, E., & De Lucio, I. F. (2012). La arqueología comercial en España: ¿un sistema sectorial de innovación? *Cuadernos de Gestión*, 12(SUPPL. ESPECIALISSU), 139–156. <https://doi.org/10.5295/cdg.110306ep>

5 Bibliografía y webs de consulta

Autio, E. (1998). Evaluation of RTD in regional systems of innovation. *European Planning Studies*, 6(2), 131-140. <https://doi.org/10.1080/09654319808720451>

Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: a scheme of analysis, *Research Policy*, 37(3), 407-429. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>

Binz, C., Truffer, B., & Coenen, L. (2014). Why space matters in technological innovation systems: mapping global knowledge dynamics of membrane bioreactor technology. *Research Policy*, 43(1), 138-155. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.07.002>

Buesa, M. (2012). El sistema Nacional de Innovación en España: un panorama. *ICE: Revista de Economía*, 869, 7-42. <http://www.revistasice.com/index.php/ICE/article/view/1548/1548>

Cetrulo, A., & Nuvolari, A. (2019). Industry 4.0: revolution or hype? Reassessing recent technological trends and their impact on labour. *Journal of Industrial and Business Economics*, 46(3), 391-402. <https://doi.org/10.1007/s40812-019-00132-y>

Corrocher, N., Mavilia, R., & Giorgio, M. (2020). The Sino-German alliance for the fourth industrial revolution: dynamics and policy implications. *Journal of Economic Policy Reform*, 23(4), 426-446. <https://doi.org/10.1080/17487870.2018.1547639>

Cowan, R., David, P. A., & Foray, D. (2000). The explicit economics of knowledge codification and tacitness. *Industrial and Corporate Change*, 9(2), 211-253. <https://doi.org/10.1093/icc/9.2.211>

Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance*. Pinter.

Fu, X., Fu, X., Contreras Romero, C., & Pan, J. (2021). Exploring new opportunities through collaboration within and beyond sectoral system of innovation in the 4th industrial revolution. *Industrial and Corporate Change*, 30(1). <https://doi.org/10.1093/icc/dtaa058>

GTAI. (2014). *Industries 4.0-Smart Manufacturing for the Future*. GTAI.

- Howells, J. (1999). Regional systems of innovation. In D. Archibugi, J. Howells and J. Michie (Eds.), *Innovation Policy in a Global Economy* (pp. 67-93). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511599088.007>
- Jensen, M. B., Johnson, B., Lorenz, E., & Lundvall, B. Å. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, 36(5), 680-693. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.006>
- Lee, K., & Malerba, F. (2017). Catch-up cycles and changes in industrial leadership: windows of opportunity and responses of firms and countries in the evolution of sectoral systems. *Research Policy*, 46(2), 338-351. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.09.006>
- Lee, K., Wong, C.-Y., Intarakumnerd, P., & Limapornvanich, C. (2020). Is the Fourth Industrial Revolution a window of opportunity for upgrading or reinforcing the middle-income trap?: Asian model of development in Southeast Asia. *Journal of Economic Policy Reform*, 23(4), 408-418. <https://doi.org/10.1080/17487870.2019.1565411>
- Li, D., Liang, Z., Tell, F., & Xue, L. (2021). Sectoral systems of innovation in the era of the fourth industrial revolution: An introduction to the special section. *Industrial and Corporate Change*, 30(1), 123-135. <https://doi.org/10.1093/icc/dtaa064>
- Lundvall, B.-A. (1992). *National Systems of Innovation*. Pinter.
- Lundvall, B.-A. (2007a). Innovation System Research: Where It Came From and Where It Might Go. Globelics Working Paper Series, No. 2007-01.
- Lundvall, B. Å. (2007b). National Innovation Systems - Analytical Concept and Development Tool. *Industry & Innovation*, 14(1), 95-119. <https://doi.org/10.1080/13662710601130863>
- Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, 31(2), 247-264. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00139-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00139-1)
- Malerba, F. (2004). *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511493270>
- Markard, J., & Truffer, B. (2008). Technological innovation systems and the multi-level perspective: towards an integrated framework. *Research Policy*, 37(4), 596-615. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.01.004>
- Nelson, R. R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford University Press.
- Nelson, R. R. (2008). What enables rapid economic progress: what are the needed institutions? *Research Policy*, 37(1), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.10.008>
- Nuvolari, A. (2019). Understanding successive industrial revolutions: a “development block” approach. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 32, 33-44. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2018.11.002>

- Parga-Dans, E., Castro-Martínez, E., & De Lucio, I. F. (2012). La arqueología comercial en España: ¿un sistema sectorial de innovación? *Cuadernos de Gestion*, 12(Suppl. Especialissu), 139-156. <https://doi.org/10.5295/cdg.110306ep>
- Prashantham, S., & Woetzel, J. (2020). *3 Lessons from Chinese firms on effective digital collaboration*. Harvard Business Review (August 10). <https://hbr.org/2020/08/3-lessons-from-chinese-firms-on-effective-digital-collaboration>
- Prensky, M. (2001). Digital natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1-6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Schwab, K. (2017a). *The Fourth Industrial Revolution*. Portfolio Penguin.
- Schwab, K. (2017b). *The Fourth Industrial Revolution: What It Means and How to Respond*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- Taalbi, J. (2019). Origins and pathways of innovation in the third industrial revolution. *Industrial and Corporate Change*, 28(5), 1125-1148.
- Tunzelmann, von N., & Acha, N. (2005). Innovation in low tech industries. In: J. Fagerberg, D. C. Mowery & R. R. Nelson (Eds.), *The Oxford Handbook in Innovation*. Oxford Universtiy Press.
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>

Webs de Consulta

<https://www.oecd.org/sti/inno/oecd-reviews-of-innovation-policy.htm>

<https://www.innovationpolicyplatform.org/www.innovationpolicyplatform.org/frontpage/index.html>

<https://atlas.cid.harvard.edu/rankings>

<https://oec.world/>

PROGRAMA DINA·ITC

DINAMIZACIÓN Y FORMACIÓN
PARA FOMENTAR EL INTERCAMBIO Y LA
TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO EN
EL SISTEMA ESPAÑOL DE INNOVACIÓN



Entidades colaboradoras:



AXENCIA
GALEGA DE
INNOVACIÓN



crue
Universidades
Españolas

fcri

Fundació
Catalana per a
la Recerca i la
Innovació



Fedit
Centro Tecnológico
de España



FUNDECYTPCTEX
un espacio para innovar



innobasque
Berrikuntzaren Euskal Agentzia
Agencia Vasca de la Innovación



Junta de Andalucía
Consejería de Universidad,
Investigación e Innovación

REDTRANSFER

UIMP
Universidad Internacional
Menéndez Pelayo



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS