

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

PROGRAMA DINA-ITC

TEMA 2



Innovación

Autor:
Fernando Jiménez Sáez

Índice

	Presentación del autor.....	1
1	Introducción y objetivos de aprendizaje.....	2
2	Antecedentes	3
3	Desarrollo.....	4
	3.1. Una definición y aproximación histórica al concepto.....	4
	3.2. Tipología y tipos de innovación.....	7
	3.3. Las dinámicas tecnológicas de la innovación.....	10
	3.4. Por qué es importante saber sobre innovación	12
	3.4.1. ¿Innovar en educación o educar en innovación?.....	13
	3.4.2. Incidencia económica de la innovación	13
	3.4.3. Aportaciones de la innovación	15
4	Bibliografía	16

Presentación del autor

Fernando Jiménez Sáez es profesor Titular de Universidad en el Departamento de Proyectos de Ingeniería de la Universidad Politécnica de Valencia. Como investigador, se encuentra adscrito al Instituto INGENIO (CSIC-UPV).

Su formación es de Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales en la especialidad de Economía Regional y Urbana por la Universidad Autónoma de Madrid. Posee el Máster en Análisis y Gestión de la Ciencia y la Tecnología por la Universidad Carlos III de Madrid. Es Doctor en Proyectos de Ingeniería e Innovación por la Universidad Politécnica de Valencia. Asimismo, ha realizado el programa de doctorado “Economics of Technical Change” del Instituto MERIT de la Universidad de Maastricht y ha realizado otras estancias de investigación postdoctoral en la Universidad de Strasbourg y en la Universidad de Twente.

Las áreas de interés son tres: por una parte, la de Diseño y Evaluación de políticas públicas de Ciencia, Tecnología e Innovación, en la que desarrolla estudios de evaluación cualitativa y cuantitativa de políticas, con especial énfasis en el diseño de métodos cuantitativos de evaluación basados en el Análisis Envolvente de Datos (Data Envelopment Analysis, DEA) para la evaluación de la eficiencia, así como el uso de indicadores de Malmquist para la valoración de la productividad. Asimismo, aplica técnicas de análisis cualitativo.

Su segunda línea de investigación se centra en el terreno del análisis de los Sistemas de Innovación, regionales, nacionales y sectoriales, aplicando una metodología cualitativa para determinar el grado de consolidación de estos.

Por último, también lleva a cabo investigaciones en el terreno del emprendimiento y la capacitación de los emprendedores, así como los mecanismos de formación de emprendedores como parte de las acciones que puede emprender una universidad con objeto de contribuir a la Tercera Misión.

Ha trabajado en numerosos proyectos y contratos europeos, nacionales y regionales. Actualmente lidera varios proyectos y contratos con socios europeos y latinoamericanos para el estudio y diagnóstico de las capacidades de Sistemas Regionales de Innovación.

1 Introducción y objetivos de aprendizaje

La innovación es el resultado de un proceso que se puede estudiar desde múltiples y complementarios ángulos, lo que pone en evidencia su complejidad y, a la vez, su riqueza. Con este tema se pretende ofrecer una visión actual y dinámica del resultado de dicho proceso: desde las percepciones más negativas que ha suscitado la innovación en la sociedad, a la actual forma de entenderla, con una progresiva percepción en la ampliación de los ámbitos de influencia de ésta. Con ello se pretende poner de manifiesto la manera en que el concepto evoluciona a lo largo del tiempo. Esto no es sino representativo igualmente del continuo proceso de aprendizaje sobre el mismo, básico para actuar, en cada momento del tiempo, de la forma más conveniente para obtener el máximo provecho de la innovación.

Los objetivos de aprendizaje del presenta tema son los siguientes:

- Entender por qué la innovación no siempre ha sido bien vista ni en diferentes épocas de la historia ni por distintas sociedades.
- Valorar el actual concepto que se tiene de la innovación en nuestra sociedad.
- Entender el por qué en la evolución de la manera en que se define la innovación.
- Entender y valorar las diferentes maneras de clasificar la innovación.
- Conocer los organismos internacionales y el papel que desempeñan en relación con la comprensión del concepto innovación.
- Entender los procesos de innovación a la luz de la manera en que ésta es definida y percibida por la sociedad.

Con la consecución de los objetivos expuestos, el lector tendrá una visión de conjunto y actualizada del concepto analizado, de su papel en la sociedad y de las influencias mutuas que se ejercen entre la innovación y la sociedad. Con todo ello se pretende tener una visión actual del dinamismo del concepto con la intención de anticipar los siguientes pasos que debe dar la sociedad para obtener el máximo aprovechamiento de la innovación como tal y de los procesos por los que se alcanza.

2 Antecedentes

El concepto innovación es tan antiguo como la historia del ser humano, lo que pone de manifiesto las múltiples y diversas apreciaciones y usos que tiene el concepto. Ya desde la antigua Grecia, son varios los usos que se hacen del término (Godin, 2002) y la visión o apreciación negativa de la innovación se pone de manifiesto en escritos de Platón o Aristóteles, entre otros pensadores. Para ellos, la innovación suponía la introducción de cambios en el orden establecido lo que puede poner en peligro a la sociedad. Otra mirada diferente se puede encontrar en la cultura china, donde no encontramos el uso del término en sí en escritos. En cambio, encontramos cómo ciertas dinastías (Han y Tang, principalmente) desde los inicios de la era cristiana, ya promovían los descubrimientos científicos relacionado con la astronomía, la medicina, la arquitectura y el desarrollo de máquinas para la defensa. En este espacio y tiempo, la innovación está mucho más relacionada con procesos y mecanismos con los que estamos actualmente mucho más familiarizados.

En definitiva, lo que resulta evidente es la diferente visión que diferentes culturas en diferentes épocas del tiempo tienen en relación con los procesos que conllevan un cambio que, de alguna manera, afecte a la sociedad. Así, avanzando en el tiempo, resulta interesante ver cómo la progresiva implantación de las tres grandes religiones monoteístas y las luchas impulsadas por estas religiones a lo largo de la Edad Media imponen, paralelamente, una visión negativa, incluso, dañina de la innovación o de lo innovador en la sociedad. Tan es así que todo comportamiento innovador era considerado un peligro que había que evitar y combatir. La Edad Moderna supone el surgimiento de una nueva forma de generar conocimiento sobre la base de la observación y del uso de la razón. Grandes mentes de la época, Isaac Newton, Galileo Galilei, nos proporcionan nuevo conocimiento no sin tener que superar grandes dificultades ante la consideración de que dicho saber no procede ni de la tradición ni de la religión, por lo que se considera como subversivo y, consecuentemente, peligroso ante los cambios, posiblemente innovaciones, que puede inducir en la sociedad, lo que viene a representar el gran temor del poder establecido. No será hasta el inicio de la Edad Contemporánea, los cambios revolucionarios en Francia con el movimiento enciclopedista, cuando la innovación no se empieza a apreciar como algo positivo, algo que hay que facilitar, fomentar e incluso provocar. Los cambios que se empiezan a producir en la sociedad, de la mano de avances científicos y tecnológicos, se perciben como necesarios, sin que necesariamente se produzcan grandes fracturas sociales, más allá de las que la propia sociedad acepta. En consecuencia, la innovación es entendida como motor de la sociedad y del desarrollo socioeconómico. Hay que destacar el hecho de que esta percepción positiva va de la mano de la incidencia que tiene sobre la economía y el crecimiento y desarrollo de los territorios. Aun así, no será hasta tiempo después, en los primeros estudios y trabajos de Joseph Schumpeter (1911), cuando se entienda que esa influencia existente entre innovación y economía es una influencia mutua y que el avance en el crecimiento y desarrollo socioeconómico del territorio no puede entenderse completamente si no es por la aportación de la innovación.

Tras la Segunda Guerra Mundial, las economías desarrolladas son conscientes del gran papel que juega la innovación y los gobiernos de las naciones triunfadoras establecen mecanismo de control sobre los procesos de innovación, pues se entiende que resultan estratégicos y que, por lo tanto, debe estar bien encauzado su control, tanto en el interior del territorio como en los países que han resultado derrotados en la contienda mundial.

Será la aparición de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) la que comience a marcar, conjuntamente con una nueva hornada de economistas con una clara mirada en el papel e influencia mutuos de la innovación en la economía y viceversa, la generación de literatura especializada en innovación y, paralelamente, una mirada sobre la manera en que se deben definir y medir toda una serie de actividades y mecanismos de relevancia incontestable para la comprensión del fenómeno fundamental de la economía: el crecimiento y desarrollo socioeconómico.

Desde la aparición de la primera edición del Manual de Frascati en 1963 y del Manual de Oslo en 1992¹, se ha ido profundizando en la comprensión y en la medición del fenómeno de la innovación desde diferentes ópticas, como las actividades de I+D, los recursos humanos para la ciencia y la innovación, los aspectos locales y culturales del fenómeno, las formas de clasificar la innovación y los modos y maneras en que se innova. Todo ello ha ido generando un cuerpo estructurado de literatura, claramente evolutiva, que nos está proporcionando un conocimiento muy amplio y desde diferentes ópticas. Asimismo, se pone de manifiesto la necesidad de continuar estudiando y aprendiendo en relación con la innovación, su influencia en la economía y la manera en que se pueden analizar tanto las innovaciones como los procesos de innovación de forma que esa percepción evolutiva que se pone de manifiesto sea un elemento presente en los modos y maneras de analizarla.

3 Desarrollo

3.1 Una definición y aproximación histórica al concepto

En 2018, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE en su acrónimo en castellano) publicó la última versión del Manual de Oslo², en donde primeramente,

-
- 1 Tanto el Manual de Frascati como el de Oslo, representan en sus primeras ediciones, la manera en que se conceptualizan las actividades de investigación y desarrollo (objeto del Manual de Frascati) y las de innovación (Manual de Oslo). Dichos manuales, impulsados desde la OCDE, han ido evolucionando igualmente con los cambios en la percepción y el nivel de conocimiento que se ha ido acumulando sobre la innovación y los fenómenos asociados.
 - 2 El Manual de Oslo debe su nombre a que fue en dicha ciudad noruega donde se reúnen varios gobiernos de alrededor del mundo para discutir una serie de problemas relacionados con el desarrollo de indicadores relevantes dentro de una economía basada en el conocimiento. La creciente dinámica alrededor de los

se indica que la innovación puede ser tanto una actividad como el resultado de desarrollar esa actividad, para continuar indicando que la innovación es un producto o proceso (o una combinación de ambos) nuevo o mejorado que se diferencia significativamente de los productos o procesos previos de esa unidad y que se ha hecho accesible a potenciales usuarios (producto) o puesto en uso por la unidad (proceso). Como se parecía, en la definición se hace uso del término genérico “unidad” para describir al actor responsable de la innovación y se está refiriendo a cualquier unidad institucional en cualquier sector, incluyendo los hogares y los individuos. Sobre esta base, el concepto se concreta más para hacerlo operativo, con lo que se ofrece una base y guía para poder efectuar medidas que sean asumibles y comparables entre sí, puesto que el concepto en sí es inherentemente subjetivo.

Casi a modo de consenso puede afirmarse que la innovación se asocia al progreso de la sociedad: innovar es aumentar el valor de la sociedad y de lo que ella hace. Innovar es, de hecho, una necesidad vital que en todo momento realizan los seres humanos con el fin de progresar. Obviamente, la frecuencia e intensidad con la que se realizan los procesos de innovación depende de una gran cantidad de circunstancias que afectan a la persona, como por ejemplo su condición social o económica.

Con carácter general, innovar es conseguir un fin a través del conocimiento, siguiendo un camino que no se había seguido previamente. A pesar de tan elevada definición, innovar no es algo que constituya un gran mérito personal ya que es algo que todo el mundo realiza a diario, aunque sea a bajo nivel.

Por otra parte, al contrario que otras muchas cosas, la innovación nunca llega a su fin. Es un camino desconocido que nos lleva a una meta, y que una vez descubierto y recorrido lleva a otros caminos desconocidos. A veces no se llega a la meta prevista: el camino no llevaba a dónde se esperaba. Y en este caso la solución es, para variar, más innovación. La innovación también es “futuro”, porque por definición aborda escenarios futuros. Pero la innovación tiene un coste, no es gratis. El coste no sólo es económico, sino también de gestión. Y no resulta sencillo ni barato gestionar algo tan caótico como la innovación, cuyos resultados son imprevisibles. A pesar de esto, el coste de hacer innovación siempre es inferior al coste de no hacerla (en términos de costes futuros o ganancias que no se tendrán).

En definitiva: innovar es una actitud, una creencia de que, para mejorar la situación actual, hay que hacer algo diferente y de que el futuro puede ser mejor que el presente.

Pero bien, esta visión actual de la innovación, como lo que nos ayudará a mejorar en múltiples aspectos y de múltiples maneras, no siempre ha sido percibida así. Tal y como lo

indicadores de innovación, refleja la preocupación de los especialistas a nivel global en la búsqueda de instrumentos eficaces para dirigir la política de Ciencia y Tecnología hacia resultados deseables; desde el punto de vista económico, social y cultural. La primera edición data de 1992 y se desarrolla bajo los auspicios de la OCDE y en colaboración con EUROSTAT.

describen Castro y Fernández de Lucio (2013), el término procede del griego καινοτομα, “hacer nuevos esquejes” y que, Jenofonte con el significado de abrir una mina. Posteriormente, Platón, Aristóteles y otros pensadores griegos, lo emplearon para denotar los cambios que se pretendían introducir en el orden establecido, lo que implicaba modificar extraordinariamente ese orden, por lo que la “innovación” debía estar prohibida por ser maligna. En el imperio romano se adoptó el mismo criterio, cosa nada sorprendente. Así, Séneca, Lucrecio, Homero, Virgilio o Cicerón, consideran a la innovación sinónimo del mal y de lo prohibido. Así, este sentido negativo, peyorativo si se quiere, se mantiene en la cultura occidental durante siglos, pues la religión que se asume en occidente también se nutre de esos planteamientos originarios de la Grecia y la Roma clásicas. Llegados a la época del Renacimiento seguimos observando que la innovación compartía el espacio de la herejía en el discurso religioso, lo que impregnó indefectiblemente el discurso político de los regidores occidentales de tal modo que tildar a alguien de innovador era, no sólo un insulto, sino más bien, una grave acusación. Sin grandes modificaciones desde entonces, tras las revoluciones inglesa (1649) y francesa (1789), el término se identificó con la revolución, lo cual implicaba cambios repentinos y violentos. Pero a lo largo de estos siglos, lo nuevo no siempre ha sido identificado con el mal. Sobretudo desde el Renacimiento, en donde se valora positivamente lo nuevo, lo curioso, lo extraño, pero refiriéndose a ello, no como lo innovador, sino empleando el término novedad, reforma o renovación.

Los avances técnicos del siglo XVIII durante la Primera Revolución Industrial fueron denominados inventos, máquinas, pero no innovaciones, Y no es hasta mediados del siglo XIX cuando la palabra, poco a poco, comienza a adquirir nuevos significados ligados con lo positivo, gracias a los cambios en la ciencia y en la tecnología, pero manteniéndolos separados del ámbito político, legal o social. Y fue precisamente la necesidad de diferenciar un invento como algo que no siempre llegaba a ser conocido de “eso” nuevo que sí parecía que se abría paso entre las personas para entrar en sus vidas de forma cotidiana, lo que impulsó definitivamente el uso del término innovación para vincular las novedades científicas o tecnológicas con la idea de introducir una cosa útil en el mundo.

Por fin, los trabajos del economista austríaco Joseph Schumpeter, describiendo un paradigma socioeconómico, emplea el término innovación como el motor interno del desarrollo económico, dando inicio así a un uso mucho más positivo del término y fuertemente ligado a la economía y al desarrollo socioeconómico. Schumpeter establece un sistema ordenado en el que la innovación, como realidad económica, tiene un papel específico. Preocupado por comprender el rol que tienen las crisis económicas, y especialmente la Gran Crisis de 1873, Schumpeter describió un movimiento cíclico en el desarrollo y el crecimiento económico que fue primordial para establecer su noción de evolución del capitalismo. En lugar de trabajar sobre las estructuras que aseguran el equilibrio (tal y como harían los economistas clásicos), Schumpeter elaboró una teoría de la turbulencia, introduciendo la alteración del ciclo como necesidad para garantizar el desarrollo. Según este autor, la economía se construye sobre ciclos de producción y demanda que se perpetúan, cada ciclo indica cuál

va a ser el desarrollo del posterior. En ese sentido, la experiencia económica adquirida por los agentes en cada uno de estos periodos determina las características del siguiente ciclo.

3.2 Tipología y tipos de innovación

Este apartado no pretende representar un dogma, no es una clasificación normativa, sino un marco de referencia bajo el que poder entender esa complejidad que subyace a la innovación. La intención es poder valorar hasta qué punto una innovación tiene connotaciones que las hace tener una cierta consideración para unos y otra diferente para otros, sin que, por ello, una de esas percepciones deba ser equivocada simplemente por ser diferente. La cuestión es que nuestra percepción está “viciada” por múltiples elementos contextuales que nos hacen ver “eso nuevo” de una determinada manera, lo cual definitivamente influye en la forma en que tomaremos, usaremos o aplicaremos la novedad en nuestras vidas. Partamos de la base de que también existen diferentes formas de agrupar las innovaciones o, si lo preferimos, diferentes tipologías.

A menudo se asocia la innovación con una actividad relacionada con la creatividad, el azar o la inspiración de un momento. Pero estos elementos, que pueden ser importantes para que se dé el proceso de innovación, son sólo algunos de los componentes que intervienen en dicho proceso. En efecto, tener ideas es sencillo, tener buenas ideas ya es más complicado, pero lo que realmente constituye un reto estratégico para las organizaciones (o unidades, si nos ceñimos al concepto recientemente empleado en la definición de innovación de la OCDE) es generar continuamente buenas ideas y convertirlas en productos y servicios con éxito comercial en el mercado o con éxito en su uso y aplicación por los individuos. Eso es lo que llamamos gestión de la innovación, centrada en estos casos en la naturaleza de la innovación.

- Así, de acuerdo con la OCDE, una innovación en producto/servicio consiste en la introducción en el mercado de nuevos (o significativamente mejorados) productos o servicios. Incluye alteraciones significativas en las especificaciones técnicas, en los componentes, en los materiales, la incorporación de software o en otras características funcionales.

Otra forma de innovar es modificando la forma en que se hacen las cosas dentro de la organización (unidad). Por ejemplo, redefinir los procesos productivos de una empresa puede servir para aumentar el valor del producto final gracias a un menor coste defabricación, un menor tiempo de respuesta o una mayor calidad. Es lo que llamamos innovación en proceso.

- La OCDE define la innovación de proceso como la implementación de nuevos (o significativamente mejorados) procesos de fabricación, logística o distribución.

Pero también se innova redefiniendo o incorporando nuevos procesos de gestión en la organización mediante lo que la OCDE denomina como innovación en la gestión, o aquel

mecanismo de definición de nuevos procedimientos para sistematizar ciertas operaciones (compras, control de calidad, seguridad en el trabajo, etc.), modificación de las formas de relacionarse con clientes y proveedores incorporando nuevas tecnologías de comunicación, redefiniendo las estrategias de comercialización de productos o servicios, etc. De acuerdo con este proceso, la OCDE delimita dos tipos de innovación adicionales:

- Innovación organizacional: la implementación de nuevos métodos organizacionales en el negocio (gestión del conocimiento, formación, evaluación y desarrollo de los recursos humanos, gestión de la cadena de valor, reingeniería de negocio, gestión del sistema de calidad, etc.), en la organización del trabajo y/o en las relaciones hacia el exterior.
- Innovación de marketing: la implementación de nuevos métodos de marketing, incluyendo mejoras significativas en el diseño meramente estético de un producto o embalaje, precio, distribución y promoción.

Como indicábamos al inicio, éstas no representan unas categorías únicas ni cerradas. Pues podemos analizar la innovación desde otro punto de vista. Si nos fijamos en el grado de novedad que constituye el proceso innovador para el usuario, nos encontramos con dos tipos diferenciados:

- Por un lado, tenemos la innovación incremental. Suele ser una de las más habituales, ya que aquí se producen cambios en los dispositivos, servicios procesos o modelos de negocio de manera gradual. No son modificaciones muy bruscas, apenas algo de avance, pero principalmente se basan en mejorar las prestaciones y la funcionalidad de todos los dispositivos (servicios, procesos) que se encuentran disponibles en el mercado.
- En el otro lado nos encontramos la innovación radical o disruptiva. Está mucho más acusada que la anterior, puesto que no se trata de una evolución de algún dispositivo (servicio, proceso o modelos de negocio), sino que aparece un terminal alternativo o nos ofrecen un servicio completamente nuevo que antes no existía por lo menos en esa compañía.

En relación con estos dos tipos de innovación es esencial una relación. Cuanto mayor sea el grado de innovación, mayor será la incertidumbre para la empresa innovadora en las áreas de tecnología, mercado, medio ambiente, recursos y organización. La determinación del grado de innovación al inicio de un proyecto de innovación asegura que las consecuencias del proyecto de innovación sean sistemáticamente investigadas. Solo la estimación del grado de innovación esperado permite a la dirección determinar la metodología y el enfoque adecuados en el proceso de innovación.

Para finalizar, la evaluación de las aportaciones de las innovaciones tecnológicas y de la ruptura que cada una de ellas representa no sólo implica constatar sus respectivas contribuciones al progreso, también es preciso apreciar su nivel, es decir, el cúmulo de conocimientos –nuevos o no aplicados antes al mismo fin- que implican. En este contexto, cabe distinguir cuatro niveles principales de innovación (Broustail y Fréry,1993): el nivel

científico, el nivel de las tecnologías genéricas, el nivel de los conceptos tecnológicos de aplicación y el nivel de las adaptaciones técnicas.

- Nivel científico: este nivel considera los fundamentos científicos del dominio tecnológico o de la actividad analizada. Las innovaciones de nivel científico son aquéllas en las que los inputs de nuevo conocimiento son clave. Las mejores innovaciones del siglo XX hubieran sido imposibles sin la previa acumulación de conocimientos científicos. Por ejemplo, el nivel científico de la informática se encuentra en el álgebra de Boole y en la física de materiales.
- Tecnologías genéricas: son las tecnologías fundamentales necesarias en una actividad o producto determinado pero que no están ligadas exclusivamente a él, sino que contribuyen al desarrollo de muy diversos tipos de productos. Se encuentran muy próximas a las disciplinas científicas y no finalistas y se caracterizan porque pueden ser compartidas por muchos sectores. Es el caso de la informática, la electrónica, las telecomunicaciones, la biotecnología o los materiales. Este tipo de tecnologías tienen mucha importancia, tanto para una empresa en particular, pues el esfuerzo aplicado en su desarrollo le permite posteriormente efectuar aplicaciones a diversos productos, como para un país, pues el desarrollo de estas representa mejoras tecnológicas en muchos sectores.
- Los conceptos tecnológicos de aplicación: en el marco de una tecnología genérica dada existen muchos conceptos posibles de aplicación y cada uno de ellos precisa conocimientos (know-how) específicos. Piénsese, por ejemplo, el know-how específico que requiere cada una de las aplicaciones de la electrónica en los diversos ámbitos de aplicación (comunicaciones, electrodomésticos, máquinas herramientas, automóviles, etc.).
- Las adaptaciones de orden técnico: estas modificaciones no requieren el recurso a una nueva tecnología, pero intervienen en el marco definido por un concepto tecnológico dado y pueden tener gran importancia. Por ejemplo, la puesta a punto, en informática, de interfaces de tipo “WIMP” (para windows, iconos, ratón, etc.) mediante ventanas, pictogramas, menús desplegados, etc., ha sido revolucionario para los usuarios –y, por tanto, ha contribuido a la masiva utilización de la informática- pero no ha supuesto la aplicación de nuevas tecnologías.

Evidentemente, el impacto de una tecnología es diferente según afecte a los fundamentos científicos, las tecnologías genéricas, los conceptos tecnológicos o las adaptaciones técnicas. En cada caso, la innovación puede ser más o menos incremental, pero según el nivel afectado requerirá diferentes conocimientos y tecnologías. Por ejemplo, la evolución de la tecnología genérica en informática y electrónica (tubos de vacío ⇒ transistores ⇒ circuitos impresos ⇒ microprocesadores ⇒ fibra óptica) ha ido exigiendo conocimientos científicos y tecnológicos muy diferentes.

3.3 Las dinámicas tecnológicas de la innovación

Si bien el análisis del grado de innovación y de su nivel permite valorar mejor las aportaciones de una innovación es insuficiente si no se realiza un análisis más global en el que se tenga en cuenta el contexto tecnológico en el que se desarrollan esas innovaciones y su dinámica.

Los sistemas tecnológicos: un Sistema Tecnológico es un conjunto coherente de tecnologías compatibles y parcialmente interdependientes, característico de una actividad o conjunto de actividades, por lo que, de alguna manera, define el contexto de la innovación, bien sea en un contexto histórico o en un sector de actividad. En un contexto histórico, un sistema tecnológico constituye el conjunto coherente de respuestas a los problemas planteados en cuatro dominios fundamentales: los materiales, la energía (fuentes y convertidores), la información y el ser vivo. En la figura 1 se representan los paradigmas tecnológicos de la primera y segunda revoluciones industriales y cómo se ha llegado al sistema tecnológico contemporáneo, que se diferencia de los anteriores en la estrecha relación entre progreso científico y progreso tecnológico³.

FIGURA 1. PARADIGMA TECNOLÓGICO

	1ª RI	2ª RI	STContemp.
• MATERIALES	Hierro	Aleaciones/Plásticos	Composites/ Fibras Tecnológicas
• ENERGÍA	Carbón	Petróleo/Electricidad	Electricidad/H ₂
• INFORMACIÓN	Letra impresa	Teléfono/Radio / TV.	TIC
• CIENCIAS DEL SER VIVO	Selección de especies	Patologías/Quimioterapia	Biotecnología

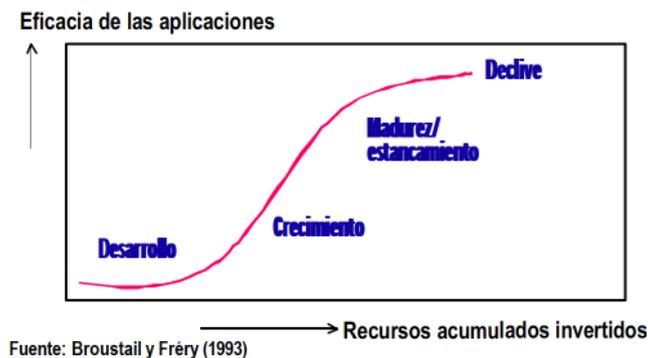
Fuente: Broustail y Fréry (1993)

Los *Sistemas Tecnológicos Sectoriales*, por su parte comprenden el conjunto de tecnologías genéricas, ligadas a múltiples disciplinas científicas, y de conceptos tecnológicos que constituyen un sistema necesario y coherente destinado a satisfacer un conjunto generalmente muy complejo de restricciones. Como ejemplo paradigmático, piénsese en el sector del automóvil con sus diversos componentes (carrocería, motor, sistemas de control, etc.) y cómo a lo largo de los años han ido cambiando las tecnologías y los conceptos tecnológicos involucrados, tanto en el producto en sí como en el sistema de producción y en la organización de la producción, abastecimientos, etc.

³ La máquina de vapor o los desarrollos metalúrgicos del siglo XIX se aplicaron antes de conocerse las teorías que los sustentaban, mientras que el desarrollo de las fibras químicas, los composites o los superconductores, por poner algún ejemplo, se basan en desarrollos científicos.

El ciclo de vida de las tecnologías: las tecnologías, como los seres vivos, nacen, se desarrollan, maduran, declinan y mueren, pero la vida de una tecnología es muy variable; la máquina de vapor, por ejemplo, tuvo una vida de 150 años, mientras que los tubos de vacío en electrónica duraron 30. Esta diferencia se debe a que ambas tecnologías tuvieron una “curva de eficacia” diferente, entendiendo por tal la relación entre los progresos, en términos de eficacia, de una tecnología y las inversiones acumuladas necesarias para su desarrollo. En la figura 2 se representa esta relación con la forma más habitual (curva en S): en la primera etapa (de desarrollo) las inversiones son importantes y aún no hay certeza de las prestaciones que puede llegar a tener la tecnología ni de su evolución futura. En la etapa de crecimiento, una vez que se ha establecido bien la dirección que ha de tomar su evolución, la eficacia de la tecnología aumenta de forma relevante. En la tercera etapa, la de madurez o estancamiento, la tecnología analizada ha manifestado claramente sus límites, de forma que sus posibles mejoras son costosas y complicadas. El declive tiene lugar cuando la tecnología no proporciona prestaciones adecuadas o cuando la relación eficacia/coste de desarrollo es más desfavorable que la de otra tecnología concurrente.

Figura 2. El ciclo de vida de las tecnologías

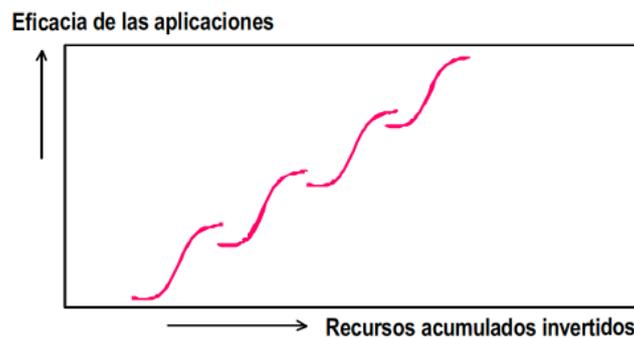


Cuando una tecnología madura, en un ámbito determinado, se vuelve más costosa y difícil de mejorar que una nueva en fase de desarrollo, la segunda la sucede, puesto que presenta un potencial de prestaciones mejores. En lugar de una única curva S aparecen una sucesión de curvas encadenadas unas con otras, cada una de las cuales ofrece una eficacia de aplicación superior a la precedente (Figura 3). Un sector que se ha comportado de esta forma ha sido el electrónico.

Al contrario que los seres vivos, las tecnologías pueden rejuvenecer, por ejemplo, cuando la tecnología genérica implicada obtiene aportes de nuevo conocimiento científico a la propia tecnología o a otras. Este es el caso, por ejemplo, del acero, para el cual se vislumbran

nuevas aplicaciones gracias a los avances en materiales composites. Asimismo, también hay productos y tecnologías que se mantienen en el mercado en su etapa de madurez coexistiendo con otros que ofrecen prestaciones similares (por ejemplo, la pluma estilográfica o el bolígrafo, la bombilla tradicional...).

Figura 3. La sucesión de las tecnologías



3.4 Por qué es importante saber sobre innovación

Hoy en día es imposible ignorar que el desarrollo tecnológico y la innovación constituyen dos fuerzas clave que impulsan el desarrollo social y el crecimiento de las economías. Más aún en el contexto de una revolución digital, en la que las nuevas tecnologías están cambiando la manera en que interactuamos cotidianamente, el modo de entrega de servicios públicos a los ciudadanos o la forma de hacer negocios.

En un mundo donde todas las empresas innovan, el dilema no es innovar sino cómo hacerlo más rápido que los competidores. Esta sección se centra en valorar los diversos conocimientos que son necesarios para poder entender la importancia que tiene la innovación como mecanismo de crecimiento socioeconómico, como implementarla, cuidarla y gestionarla. La innovación ha existido desde siempre, incluyendo la propia evolución de nuestro planeta, y ha facilitado que hoy en día la vida humana esté a “años luz” de lo que era en las épocas prehistóricas, aunque no se haya realizado de forma muy consciente hasta los dos últimos siglos. En éstos, la innovación se ha analizado como una componente más de la economía capaz de elevar drásticamente su competitividad relegando a un segundo plano la necesidad de reducir los costes de producción para conseguir ese objetivo, ruta seguida por las economías menos desarrolladas. Los países más desarrollados tecnológicamente, son los más innovadores y los más competitivos en el plano mundial. Pero en otras partes del planeta, una gran parte de las empresas aún no han puesto a la tecnología y la innovación como centro de su estrategia competitiva, y los gobiernos, aún enfrentan obstáculos para traducir buenas intenciones en marcos coherentes de política pública con

una asignación sostenida de recursos o en una mayor sofisticación de sus estrategias para fomentar las medidas vinculadas con la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI).

La urgencia de reducir la pobreza y la inequidad o de mejorar la infraestructura, las cuales demandan inversiones importantes, pareciera situar a la CTI como un lujo para las economías avanzadas. Esto nos hace plantearnos frecuentemente la pregunta de que si la innovación es vista como un tema relevante para el desarrollo de los países.

3.4.1 ¿Innovar en educación o educar en innovación?⁴

Ambas cosas son muy importantes. Si hablamos de innovar en educación, normalmente se entiende aplicar las TIC para facilitar la educación, pero aquí es muy importante recordar una obviedad que no por ser tan evidente la gente la suele tener en la cabeza, y es que antes de aplicar cualquier tecnología TIC en educación es imprescindible contar con un buen proyecto educativo, pues esas tecnologías son simplemente eso, tecnologías o herramientas facilitadoras a la hora de poner en marcha un proyecto educativo con unos planteamientos bien desarrollados, un formato bien definido y unos objetivos muy claros a conseguir. La innovación en educación debería tener como fin mejorar significativamente el rendimiento y los resultados del proceso educativo.

Educación en innovación es también muy importante porque es necesario que nuestra sociedad, muy alejada de lo que es la innovación y de su necesidad e importancia, se familiarice con esta actividad tan imprescindible para nuestra economía y así la exigiría con más fuerza a los responsables de definir las políticas científicas y económicas del país, y también se la demandaría a los responsables empresariales. Educar en innovación requiere que los alumnos de diferentes edades aprendan de otra forma pasando por procesos de innovación en los que ellos mismos estén aplicando los conocimientos que van aprendiendo para desarrollar cosas que tengan valor y que ellos lo perciban.

3.4.2 Incidencia económica de la innovación

La innovación siempre ha jugado un papel importante en el éxito de las empresas industriales más competitivas, pero en los últimos años, el papel de la innovación ha cambiado de manera radical. En primer lugar, la innovación no es una opción es ahora un imperativo de los negocios. Los mejores innovan de manera regular. En segundo lugar, la innovación que se realizaba en el pasado no será suficiente en el futuro, en gran parte, debido a que la industria está experimentando una transformación fundamental a largo plazo.

⁴ Este apartado representa una síntesis del trabajo *“Educar para Innovar, Innovar para Educar”*, desarrollado por los profesores Mariano Martín-Gordillo y Elena Castro Martínez en 2014 para el Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, celebrado en noviembre de 2014 en Buenos, Aires, Argentina (ISBN: 978-84-7666-210-6).

En 2025, una nueva clase consumidora habrá surgido y la mayor parte del consumo mundial se llevará a cabo en los países en vías de desarrollo, lo que significará nuevas oportunidades. Estos cambios en la demanda coincidirán con la aplicación de grandes innovaciones en los materiales y los procesos como los nano-materiales, en la integración de las TICs, la impresión 3D y la robótica avanzada. Para adaptarse a estos cambios, y seguir siendo competitivas las empresas industriales necesitarán redefinir lo que significa la innovación para su negocio teniendo en cuenta que se ha reducido el margen de error.

En los últimos años y conforme se han ido reduciendo los márgenes de las empresas se ha reducido la posibilidad de errar en las innovaciones que no cumplan con una determinada demanda de los clientes. Es un problema que se retroalimenta: debido a la reducción de márgenes, los fabricantes son menos propensos a asumir riesgos en la innovación y, por otro lado, la innovación es un diferencial determinante para la diferenciación en muchas industrias donde los compradores exigen productos y servicios innovadores.

Este es el reto y, para superarlo, habrá que hacer la innovación más innovadora; fortalecer el enfoque innovador de las empresas considerando:

- Que la innovación sea omnipresente. la innovación no debe limitarse a su actividad de investigación y desarrollo. La empresa debe crear una cultura de innovación de toda la organización, para que ésta sea realmente rentable.
- Para crear una cultura de la innovación, se deben crear entornos de trabajo colaborativo y dar a los empleados la oportunidad de liderar o participar en iniciativas de innovación importantes para que se desarrolle dicha cultura. Las empresas más innovadoras forman equipos interdisciplinarios de alto rendimiento que trabajan en base a proyectos.
- A su vez, las tecnologías de la información (IT) tendrán un papel clave en este sentido. Los negocios industriales requerirán el uso de una nueva generación de sistemas ERP que se apoyen en tecnologías como cloud computing, sistemas móviles, redes sociales y big data analytics.
- Estas plataformas de IT permitirán crear entornos de colaboración y toma de decisiones en tiempo real que serán fundamentales para apoyar la implementación de estas.
- Que la innovación sea impulsada por el mercado. la innovación tiene que resolver una necesidad reconocible del cliente. Las innovaciones que los clientes no valoran son pérdidas de tiempo independientemente de su sofisticación técnica.
- Que su alcance sea global. Las innovaciones no tienen que limitarse a los nuevos productos que se desarrollan enteramente dentro de una empresa. En muchos casos, será necesario colaborar con otras empresas e instituciones para resolver problemas complejos de más rápida y eficaz.

- Que sea económicamente viable. Para hacer la innovación cercana al mercado, es necesario medirla por los mismos parámetros de resultados que se aplican a otras partes del negocio. Dado el alto costo de la innovación, es importante saber qué tipo de retorno tiene.
- Que sea ágil. Para mantener el ritmo de la demanda del cliente en la introducción de nuevos productos, es necesario acelerar el proceso de desarrollo de los mismos. Las empresas deberán ser capaces de identificar pronto las innovaciones que no van a cumplir los requisitos económicos y cortar sus pérdidas rápidamente.
- Que sea segura. A la luz de los riesgos de robo de propiedad intelectual, las empresas necesitan asegurarse y proteger sus innovaciones mientras siguen trabajando activamente con nuevos socios en nuevos mercados. Las pérdidas anuales de todas las empresas de Estados Unidos por el robo de propiedad intelectual se estiman en alrededor de 300.000 millones de dólares, una cantidad igual al valor total de las exportaciones anuales de EE.UU. a Asia, de acuerdo con el “Informe de la Comisión en el robo de propiedad intelectual estadounidense”.

La transformación de la industria irá de la mano de este nuevo impulso que requiere la innovación. Cada empresa tendrá que valorar su enfoque para incorporar con éxito el ritmo de los cambios que ya están ocurriendo en su entorno.

3.4.3 Aportaciones de la innovación

Si no negamos el valor de la innovación cabe terminar este documento valorando las posibles aportaciones que le podemos atribuir a la innovación. Así, entre ellas, podemos enumerar:

- Enseña a generar ideas realmente creativas. Las empresas sienten que deben hacer cosas nuevas y diferentes para obtener resultados distintos. No pueden seguir haciendo más de lo mismo, necesitan ‘ideas’ nuevas.
- Enseña cómo hacer crecer el negocio. Cada vez más, debido a la creciente competencia, las empresas se ponen metas de crecimiento altas y no están seguros de cómo alcanzar dichas metas mediante los métodos tradicionales. Es necesario nuevos servicios o negocios para aumentar las ventas.
- Enseña cómo diferenciar los productos y servicios de la competencia. Las empresas, por lo general, se encuentran en industrias donde todos los competidores ofrecen lo mismo y la competencia se ha centrado en bajar los precios, lo que afecta directamente a los márgenes de ganancia. Requieren de una estrategia nueva y diferente para atraer y retener a los clientes.
- Enseña a crear y sistematizar los procesos y cultura de innovación dentro de las empresas. Las gerencias son conscientes cada vez más que la innovación es una prioridad

para el éxito y la supervivencia de sus empresas dado que el mercado cambia cada vez más rápido y los conocimientos se duplican cada dos años. Las empresas que no cambian mueren.

- Enseña cómo implementar los programas del proceso de innovación para que el desarrollo de nuevos productos no sea demasiado lento y los productos representen mejoras sustanciales.

4 Bibliografía

Broustail, J., & Fréry, F. (1993). *Le management stratégique de l'innovation*. Éditions Dalloz.

Castro-Martínez, E. y Fernández de Lucio, I. (2013). *El significado de Innovar*. Los libros de la Catarata.

OECD-EUROSTAT (2018). Oslo Manual: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation. 4th Edition. OECD.

Schumpeter, J. A. (1911). *The theory of economic development* (english edition 1934), vol. XLVI of Harvard economic studies.

PROGRAMA DINA·ITC

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



CSIC

ingenio
CSIC-UPV

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