

Innovación Tecnológica en el Pensamiento Económico

AALI-BUJARI, Ali*†, PÉREZ-LECHUGA, Gilberto y ORTIZ-ZARCO, Ruth

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Recibido 5 de Julio, 2015; Aceptado 24 de Septiembre, 2015

Resumen

El objetivo del presente capítulo es la revisión de la literatura económica sobre la innovación tecnológica y poniendo énfasis en su interrelación con el crecimiento económico, éste fenómeno se estudia en dos apartados, el primero se dedica a la revisión del pensamiento económico ligado a la innovación tecnológica, los procesos de innovación tecnológica, los sistemas de innovación tecnológica. En el segundo apartado del capítulo se analiza las determinantes de la innovación tecnológica como la inversión investigación y desarrollo, las patentes, el capital humano dedicado a la investigación; y su contribución al desarrollo económico.

Abstract

The aim of this chapter is a review of the economic literature on technological innovation and an emphasis on its relationship with economic growth, this phenomenon is studied in two sections, the first is devoted to the review of economic thought linked to technological innovation the processes of technological innovation, technological innovation systems. In the second chapter the determinants of technological innovation and investment research and development, patents, human capital devoted to research is analyzed; and its contribution to economic development.

Citación: AALI-BUJARI, Ali, PÉREZ-LECHUGA, Gilberto y ORTIZ-ZARCO, Ruth. Innovación Tecnológica en el Pensamiento Económico. Revista de Administración y Finanzas 2015, 2-5: 925-941

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: alibujari@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Innovación tecnológica en el pensamiento económico

El objetivo del presente capítulo es la revisión de la literatura económica sobre la innovación tecnológica y poniendo énfasis en su interrelación con el crecimiento económico, éste fenómeno se estudia en dos apartados, el primero se dedica a la revisión del pensamiento económico ligado a la innovación tecnológica, los procesos de innovación tecnológica, los sistemas de innovación tecnológica. En el segundo apartado del capítulo se analiza las determinantes de la innovación tecnológica como la inversión investigación y desarrollo, las patentes, el capital humano dedicado a la investigación; y su contribución al desarrollo económico.

Por otra parte, se estudia la expansión de la cantidad de productos y la mejora en la calidad de los bienes. Finalmente se analiza la interrelación de la innovación, difusión del conocimiento y crecimiento económico. En los últimos siglos y en especial en las últimas décadas el nivel de vida de las personas ha mejorado significativamente gracias a los nuevos productos y procesos que invaden prácticamente todas las actividades humanas. El bienestar de la mayoría de la población ha crecido enormemente como consecuencia de la ampliación de los conocimientos y la introducción de los avances tecnológicos en todas las ramas de la economía.

Procesos de innovación tecnológica

La preocupación por mejorar los niveles de bienestar, la producción de conocimientos, información, son elementos que impulsan la innovación tecnológica. La presente investigación revisa los conceptos ligados a la innovación como técnica, tecnología y cambio tecnológico, que son fundamentales para entender la importancia de la innovación en el mundo actual.

Lo anterior permite, identificar las actividades que intervienen en el proceso de innovación tecnológica y los medios más adecuados para estimular cada uno de ellos.

Por otro lado, también facilita la comunicación y el trabajo conjunto de los diferentes agentes sociales. El propósito del capítulo es explorar el entorno de la innovación tecnológica, las actividades de la ciencia y tecnología, los sistemas de innovación, las particularidades de los procesos de innovación tecnológica y las principales fuentes de innovación tecnológica como investigación y desarrollo.

Teoría sobre la innovación tecnológica

A continuación se revisan las relaciones de la innovación con la economía para mejorar nuestra comprensión del papel que tiene la innovación desde el punto de vista económico y social. Los avances en Astronomía y Geometría, contribuyeron a los grandes descubrimientos geográficos. La imprenta fue una innovación tecnológica muy importante antes de la Revolución Industrial, que contribuyó a la difusión acelerada del conocimiento. El invento de la máquina de vapor en el siglo XIX ha sido un gran logro para la humanidad y un punto de partida del progreso tecnológico acelerado, que es el cimiento en que se apoya la innovación. El descubrimiento de la electricidad en el siglo XVIII, contribuyó a incrementar significativamente los volúmenes de producción de las empresas y la iluminación eléctrica ayudó a mejorar notablemente los niveles de bienestar de la población, y también fueron bases para futuras innovaciones.

El desarrollo de la energía nuclear, ingeniería genética, biotecnología, informática, computadoras, internet, celulares, hacen del siglo XX, uno de los periodos de mayor aporte a la innovación.

Desarrollo tecnológico y científico. La humanidad ha capitalizado los conocimientos acumulados hasta entonces, se redujo de forma significativa la vida de los bienes en los mercados, se intensificó la competencia entre empresas por la innovación de nuevos productos y nuevos procesos. La difusión de conocimientos tecnológicos acumulados, y su rápido crecimiento, ha jugado un papel preponderante en la innovación y el desarrollo económico, sin embargo la economía lo consideraba exógeno hasta el trabajo de Romer (1986). La innovación ha dejado de ser exógena y se considera como una herramienta básica para dinamizar las empresas, industrias, y las economías. Muchas investigaciones han mostrado rendimientos crecientes de la inversión en investigación y desarrollo y tasas positivas en relación con la productividad.

La innovación se considera una herramienta fundamental para impulsar el crecimiento económico y la productividad en los diferentes países, a medida que evoluciona la economía mundial mejora el proceso de innovación. En estas condiciones, la tecnología está siendo clave del quehacer diario en todas las actividades humanas. Existen diferencias entre los términos de técnica y tecnología. La técnica es el conjunto de procedimientos y métodos de una ciencia o industria; también se concibe como la capacidad de utilizar métodos, instrumentos y equipos para obtener resultados prácticos. La tecnología es el estudio de los medios, de las técnicas y de los procesos empleados en las diferentes ramas de la industria, está ligada al conjunto de técnicas, instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto. La tecnología se concibe como el conjunto de conocimientos o integración de aplicaciones que nos permite a partir de unos recursos y medios dados desarrollar una actividad productiva, prestar un servicio, o alcanzar un fin u objetivo.

Por otra parte la tecnología se asocia comúnmente a máquinas, aparatos y se deja de lado a los conocimientos aplicados a la práctica para resolver un problema determinado.

La tecnología tiene bases científicas y puede jugar un rol muy relevante sobre el proceso de producción ya que puede provocar economías de escala, ahorro en consumos intermedios, variando la utilización de determinadas máquinas y puede terminar por incrementar la productividad del mismo. Por otra parte, la tecnología se asocia en general con el proceso de invención, innovación y difusión para la obtención de fines prácticos, la ciencia se asocia con el conocimiento básico, con conceptos más genéricos, universalmente aplicables, pero menos poderosos al ser menos específicos. De acuerdo con esta afirmación, la transformación de la ciencia en tecnología requiere focalizar el conocimiento científico en una gama concreta de problemas. El cambio técnico puede impulsar a la creación de nuevos productos o mejora de los ya existentes y de esta forma modifica la calidad de la demanda. La invención de la máquina de vapor y su desarrollo, modificó la composición de la demanda y provocó cambios en los insumos. Así como lo hizo el petróleo tiempo después. El cambio técnico son las variaciones en el estado tecnológico, los impacto de éste, la modificación de la innovación, de la invención, la transferencia, la difusión de la técnica y de la tecnología.

La tecnología, innovación o el sistema tecnológico; pasan por cuatro etapas, que son: el nacimiento, el crecimiento, la madurez y el declive. La tecnología se reproduce, ya que la tecnología puede generar otra tecnología. Por otro lado, los inventos son los descubrimientos de nuevos conocimientos, Dornbusch y Fischer (1987), la invención es la creación de una nueva idea potencialmente generadora de beneficios comerciales.

Pero no necesariamente realizada de forma concreta en productos, procesos o servicios. En lo subsecuente, el invento es la realización por vez primera de una idea o un conocimiento.

La innovación es la fase siguiente a la invención, la innovación es la acción y efecto de introducir novedades; creación y transformación. Schumpeter (1928) define la innovación como el empleo de recursos productivos en usos sin probar en la práctica hasta el momento. La innovación según Dornbusch y Fischer (1986) es el desarrollo de métodos para aplicar los conocimientos existentes, Schumpeter (1934) redefine la innovación como la creación de una nueva función de producción. La innovación es la introducción de un nuevo producto o una mejora significativa de bien o servicio ya existente, de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores. La idea creativa no se convierte en innovación hasta que no se utiliza para cubrir una necesidad concreta. A los efectos de ésta investigación, innovar es convertir ideas en productos, procesos o servicios nuevos o mejorados que el mercado valora, se trata de un hecho fundamentalmente económico que incrementa la capacidad de generación de riqueza en la empresa y tiene fuertes implicaciones sociales.

Este concepto debe ser entendido en sentido amplio, pues cubre todas las actividades de la empresa que presuponen un cambio sustancial en la manera de hacer las cosas, tanto en lo que se refiere a los productos y servicios que ella ofrece, como a las formas en que los produce, comercializa u organiza. La innovación se puede clasificar en cinco tipos: a) La aparición de un nuevo producto, b) La aparición de un nuevo proceso.

c) El desarrollo de nuevos consumos intermedios o nuevos inputs, d) El diseño de nuevo tipo de organización y e) La localización de un nuevo mercado, Schumpeter (1934).

La innovación tecnológica son las dos primeras formas de innovación que se mencionan anteriormente, son la introducción de nuevos productos, mejora sustancial de bienes existentes o aparición de un nuevo proceso. La innovación se asocia tradicionalmente a cambios relacionados con los medios de producción, principalmente a la innovación tecnológica aunque existen otras innovaciones como la innovación comercial, innovación de servicios y otras.

La innovación comercial trata sobre los cambios resultado de variables de marketing como el mejor conocimiento del mercado que posibilita el éxito comercial, novedosos medios de promoción, nueva presentación con mejor estética, nuevos canales de distribución como puede ser el comercio electrónico y el sistema de franquicias. Innovación en servicios incluye innovación en sectores distintos a los sectores primarios y secundarios, cuyo estudio es reciente, tradicionalmente se ha considerado que el sector servicios es poco innovador y que se limita a consumir innovaciones producidas por las industrias manufactureras. Sin embargo, la evidencia reciente muestra que el sector servicios juega un papel preponderante en la generación y difusión de innovaciones (hay servicios que no generan innovaciones por sí mismos, pero contribuyen a la difusión de la innovación en otros sectores, como ocurre en el caso de los servicios de consultoría.) el desarrollo de las Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones (TIC) ha permitido el desarrollo de múltiples servicios gracias al internet y los servicios telefónicos.

Aunque el sector servicios apuesta cada vez más por la innovación, es un sector muy heterogéneo donde contrastan subsectores como los servicios intensivos en conocimiento, que son muy similares a las empresas manufactureras en cuanto al esfuerzo en I+D y a la intensidad tecnológica, con otros menos innovadores que suelen adoptar e implementar las tecnologías desarrolladas por otros sectores de la economía. Algunos subsectores, como los servicios de consultoría, de formación, de informática o de I+D, juegan un papel importante en el sistema de innovación, especialmente por su papel en el proceso de difusión. Estos servicios ayudan a difundir los conceptos e ideas innovadoras y son una fuente de capital intangible. Además, contribuyen al desarrollo de las nuevas tecnologías, especialmente de las TIC, gracias a su papel de grandes usuarios.

También las innovaciones se pueden tratar desde dos enfoques distintos: innovación exógena e innovación endógena. La innovación exógena es la creencia que la innovación venía del cielo, o que dependía de los cabezas de grandes genios, se logra de manera externa. La innovación endógena es la aceptación por parte del hombre, de que la innovación no cae del cielo, sino que hay que esforzarse por ella. Hoy en día esta comúnmente aceptado que la innovación es el resultado de la investigación y desarrollo de las grandes empresas. Los grandes consorcios invierten sumas millonarias cada año, en investigación y desarrollo; lo cual es sumamente rentable. La innovación explicada como resultado del esfuerzo de los agentes económicos y se conoce como innovación endógena.

Existe otra clasificación de la innovación según grado de novedad, que son la innovación incremental y la innovación radical.

La innovación incremental trata de pequeños cambios dirigidos a incrementar la funcionalidad y las prestaciones de la empresa que, si bien aisladamente son poco significativas, cuando se suceden continuamente de forma acumulativa pueden constituir una base permanente de progreso. Por otra parte la innovación radical Implica una ruptura con lo ya establecido. Son innovaciones que crean nuevos productos o procesos que no pueden entenderse como una evolución natural de los ya existentes. Aunque no se distribuyen uniformemente en el tiempo como las innovaciones incrementales, si surgen con cierta frecuencia. Se trata de situaciones en las que la utilización de un principio científico nuevo provoca la ruptura real con las tecnologías anteriores (un ejemplo puede ser la máquina de vapor o el microprocesador).

La inversión en investigación y desarrollo es una de las principales fuentes de las innovaciones, mediante el esfuerzo dedicado a dicha investigación, las empresas se apropian de los resultados de nuevos productos, procesos. Se protegen con las patentes de la competencia, monopolizando la producción del nuevo bien durante un largo periodo tiempo. Las patentes son incentivos que protegen a las empresas innovadoras durante un tiempo determinado y les garantiza la explotación y las jugosas ganancias de monopolio como premio de haberse tomado el riesgo de invertir en investigación y desarrollo. Las patentes son un gran incentivo para las organizaciones inversoras en investigación y desarrollo; para las empresas innovadoras; justifican los miles de millones que dólares que gastan los consorcios en el esfuerzo de la innovación.

El tema de innovación no es reciente en economía, Smith (1776) había innovado al introducir la especialización, la división del trabajo como fuentes de riqueza, la tecnología en Marx (1867) es fuente de plusvalía del capitalista.

Y le permite al empresario reducir costos, precios y expulsar a sus competidores del mercado, razón por la cual explica la tendencia de la concentración y centralización del capital. Mientras algunos investigadores del crecimiento económico como Lucas(1988)no prestaban atención a la innovación, otros recientes como Griliches (1990), Helpman y Grossman (1994), Coe y Helpman (1995), Young (1998), Howitt (2000), Zachariadis (2003), Aghion y Howitt (2006), Madsen (2007), Ha y Howitt (2007), Madsen (2008), Coe, Helpman y Hoffmaister (2009), Aghion, Howitt y Prantl (2013), Aghion, Hémous, y Kharroubi (2014), entre otros, han destacado el papel preponderante de la innovación en el desarrollo económico.

Sistema de innovación

Metcalfe (1995) define el sistema de innovación como el conjunto de distintas instituciones que, individual y conjuntamente, contribuyen al desarrollo y difusión de nuevas tecnologías y que, al mismo tiempo, provee el marco dentro del cual los gobiernos crean e instrumentan políticas orientadas a influenciar el proceso de innovación. Como tal, se trata de un sistema de instituciones interrelacionadas para crear, almacenar y transferir el conocimiento, habilidades y artefactos que definen a las nuevas tecnologías. El sistema nacional de innovación puede entenderse como el conjunto de agentes, instituciones, articulaciones y prácticas sociales vinculados a la actividad innovadora al interior de un país. Chiaramonte y Dosi (1993) consideran que la dinámica innovadora depende más de los procesos de aprendizaje tecnológico que de los recursos disponibles y que estos procesos de aprendizaje tienen un carácter acumulativo, sistemático y cultural, considera que el conocimiento implícito desempeña un papel importante en la dinámica innovadora.

El sistema de ciencia y tecnología es esencial para la generación y difusión de innovaciones, es decir para el progreso técnico de un país. En este subepígrafe se presenta la estructura y competencias de todos los agentes que deben intervenir en la producción propia del conocimiento que puede llegar a ser útil económicamente. Las empresas tienden a ser las protagonistas de las actividades de innovación, sin embargo no llevan a cabo dichas actividades en solitario, sino mediante un conjunto de relaciones que constituyen el sistema de innovación. El progreso económico de un país puede estar ligado con un sistema de innovación eficaz, que permite que sus recursos limitados, se combinen con adquisición efectiva de la tecnología importada y de los trabajos propios de adaptación y desarrollo que ayuden al acelerado bienestar de la población.

En otras palabras el sistema de innovación lo podemos definir como la asociación de varias instituciones para encontrar nuevas formas de cooperación tecnológica, involucrando relaciones multidireccionales mediante la difusión del conocimiento, la colaboración en investigación y desarrollo, capacitación, todo con el objetivo de innovar. El sistema nacional de innovación puede ser dividido en cinco subsistemas: la administración pública, el sistema público de inversión en investigación y desarrollo, las infraestructuras de soporte a la innovación, las empresas y el entorno. La administración pública se ocupa de la política científica y tecnológica del país en cuestión, ya que ciencia y la tecnología contribuyen a resolver los problemas nacionales.

Las aportaciones de los modelos de crecimiento endógeno en las últimas décadas relacionan el crecimiento económico con progreso técnico y además explican el progreso técnico con conocimientos, capital humano, innovación.

Todas las variables anteriormente mencionadas son de suma relevancia para la riqueza de un país y la mejora de bienestar de su población. De ahí que, merecen ser el centro de atención de políticos y administradores públicos. Los países más desarrollados del mundo se esfuerzan, privilegian y apoyan de forma activa a los agentes que participan en los procesos de innovación. Las preocupaciones de los planificadores centrales debe estar centrada en varias metas, como: el fomento a las actividades de innovación, la difusión de la innovación en el mercado, transferencia de tecnología, gestión del sistema de investigación y desarrollo público y creación de marco institucional e infraestructura que incentiva la innovación.

Los administradores públicos muy diversos instrumentos para incentivar la inversión en investigación y desarrollo, tales como, subsidios a las organizaciones que invierten en investigación y desarrollo, créditos blandos, compras gubernamentales orientadas a fomentar progreso científico y tecnológico, Schmookler (1965), señala que las innovaciones se generan a partir de las necesidades expresadas por la demanda y conocida por las empresas, justifica el efecto positivo que las compras públicas tienen sobre la innovación. Los incentivos no financieros que el administrador público puede utilizar para alentar el sistema de innovaciones son: un eficaz sistema de patentes, adecuadas políticas de difusión de la innovación de manera acelerada y por todos los sectores de la economía.

Vincular varias instituciones en el proceso de innovación como empresas, universidades, centros de investigación y desarrollo públicos, con la finalidad de reducción de los costes de acceso a los conocimientos tecnológicos y mejora de su capacidad de absorción.

El sistema público de investigación y desarrollo está constituido por instituciones y organismos que patrocina el sector público que se dedican a la generación de conocimientos para su posterior aplicación a la producción, donde destacan las universidades y organismos públicos de investigación. Una de las funciones principales de administrador público es vincular el sistema público de investigación y desarrollo no solo a los sectores de alta tecnología, sino que también conectar estrechamente todos los sectores de la economía. Los resultados del sistema público de investigación y desarrollo están muy relacionado con la fusión que tienen las instituciones de educación superior con el aparato productivo y no solo con la cantidad y calidad de los conocimientos que se generan en las universidades.

En México, la ley de ciencia y tecnología del 2002, introdujo cambios relevantes como encargar el Sistema de Ciencia y Tecnología al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT) y la creación del Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT). Con los cambios se pretende pasar de una política de ciencia y tecnología Gubernamental a una política de ciencia y tecnología de Estado. En otro ámbito del sistema nacional de innovación, el gobierno crea en 1984, el sistema nacional de investigadores, en el año 2003, se encuentran registrados al programa alrededor de 10 000 investigadores; cifra muy por debajo de países como España, que tenía 41 681 investigadores de tiempo completo en 1993. En el año 2006, sólo la quinta parte de los investigadores mexicanos trabajan en el sector privado según FCCyT.

El conjunto de organizaciones que ayudan a facilitar las actividades de innovación en las empresas, ofreciendo recursos humanos (los expertos en tecnología, los técnicos) o materiales para desarrollar investigación y desarrollo, le podemos denominar infraestructura de la innovación. En México la infraestructura para la innovación ha sido protagonizada fundamentalmente por el sector público con el afán de modernizar la estructura productiva del país y como manifestación de compromiso del desarrollo económico de la nación, últimamente se han integrado entidades federativas para promocionar el progreso de sus regiones. Dentro de la estructura para la innovación destacan los parques y centros tecnológicos, los parques tecnológicos están destinados a alentar la inversión en productos y servicios de alto contenido tecnológico, estimular el vínculo investigación-industria. Los centros tecnológicos son proveedores de servicios tecnológicos como la formación, gestión de innovación, información y desarrollo de investigación y desarrollo por contrato. Culminamos con el protagonismo del sector público respecto a la innovación, sin embargo la innovación debe ser tarea del sector privado, es decir, en una economía de mercado como la mexicana, la innovación debe ser protagonizada por las empresas.

En el año 2000, menos de 300 empresas mexicanas realizan algún tipo de investigación y desarrollo según CONACYT, el número de patentes mexicanas solicitadas por nacionales fue a la baja en toda la década de los noventa, el coeficiente de inventiva se redujo significativamente, lo cual muestra los pobres resultados innovadores de las empresas y que la innovación es un reto de largo plazo para economía semiindustrializada como la mexicana. Las empresas mexicanas deben innovar para explotar nuevas oportunidades, aumentar o mantener la cuota de mercado a partir de la diversificación del producto principal.

Apertura de nuevos mercados y no solo por exigencias de los clientes, presión de los competidores, y no tanto como consecuencia de su iniciativa de explotar nuevas oportunidades. En la política de estado en ciencia y tecnología participan algunas de las organizaciones del sector privado como la Confederación Nacional de Cámaras Industriales (CONCAMIN), la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico (ADIAT) y el Consejo Nacional Agropecuario (CNA).

Procesos de innovación tecnológica en la teoría económica

El sistema nacional de innovación relaciona a la empresa innovadora con los agentes como universidades, laboratorios públicos, autoridades reguladoras, competidores, clientes y proveedores. El proceso de innovación aglutina varias actividades de innovación de la empresa y las relaciones de dichas actividades, como pueden ser, conocimiento, tecnologías, información, los recursos humanos, recursos financieros, prácticas empresariales, como señala la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico en el Manual de Oslo (2006). El proceso de innovación incluye la generación y adquisición de conocimientos, la inversión en investigación y desarrollo, la producción y la comercialización y los vínculos entre las actividades anteriormente mencionadas. La difusión de la innovación es una parte importante del proceso de innovación y da a conocer la utilidad de la innovación en toda la economía, con la difusión cobra sentido la innovación.

El proceso de innovación requiere que la empresa esté comprometida, ya que es un proceso largo y riesgoso, desde la inversión en investigación y desarrollo que necesita de cuantiosos recursos, la invención, la producción y la comercialización del bien novedoso, por otra parte.

También brinda grandes beneficios para las empresas innovadoras, para los consumidores y la sociedad en conjunto. Debido a la complejidad del proceso de innovación, algunos investigadores tratan de enfocarse en alguna variable, actividad; por ejemplo Porter liga la innovación con competitividad, Cooper vincula la innovación con la difusión, Roger liga la innovación con la información, otros ligan la innovación con la formación y experiencia, etc. Los riesgos ligados a la innovación, también se premian con grandes y jugosos beneficios, hoy en día, la aldea global vive tiempos de mucho dinamismo, las distancias se han acortado, los países han abierto sus fronteras al comercio, los consumidores están siendo más exigentes, los procesos de innovación son claves para la supervivencia de las empresas, no es exagerado afirmar que: las empresas tienen que innovar o perecer.

Las empresas innovadoras tienen mucho que ganar en las condiciones de la economía actual, tienen acceso a más mercados como nunca en la historia, las organizaciones, las personas, los países que se adaptan más rápido a estas condiciones se premian con grandes beneficios. La evidencia muestra que hay naciones que han elevado significativamente sus niveles de bienestar como Irlanda, España, los llamados “Tigres Asiáticos”, mientras que otros han reducido su nivel de ingreso per cápita como Venezuela y Chad, Helpman y Groosman (1994). Con las empresas sucede lo mismo, independientemente de su tamaño, cuota de mercado, muchas de las grandes empresas de la década de los setenta que estaban entre las quinientas con mayores ingresos (Revista Fortune), según Shell, menos de la mitad conservan tan privilegiada posición.

Las organizaciones innovadoras, abiertas al cambio, dispuestas a romper paradigmas y adaptarse rápidamente a una economía más dinámica.

Son las que ganan mayor cuota de mercado, consumidores, ejemplos son muchos, General Motors innovadora desplazó a Ford en el siglo pasado como la primera empresa automotriz con más unidades vendidas, hoy Toyota más innovador desplaza a General Motors acostumbrado al éxito, la clave para mantenerse, es innovar continuamente, dentro de la estrategia de innovación esta la adquisición y generación de conocimientos.

Determinantes de la innovación tecnológica

Los modelos de crecimiento exógeno como Solow (1956), se limitaban a explicar el crecimiento económico con el progreso tecnológico, sin embargo no explican el progreso tecnológico como lo hacen los modelos de crecimiento endógeno como el modelo Aghion y Howitt (1992). En su modelo suponen como los modelos anteriores, dos tipos de agentes económicos: empresas y hogares con la diferencia que hay tres sectores (en vez de dos sectores) Ahora, las empresas toman decisiones y pueden dedicarse a uno solo de los sectores de la economía: investigación, producción del bien final y producción de bienes intermedios. Existe en este modelo, un tipo especial de incertidumbre: la asociada al proceso de introducción de nuevos (y más productivos) bienes de producción intermedios. Se asume la máxima incertidumbre posible: la generación de nuevos procesos más productivos sigue una distribución estocástica.

La incertidumbre de las empresas está ligada a que el empresario que introduce la innovación en un momento dado de tiempo, no sabe qué periodo de tiempo podrá disfrutar de la posición de privilegio que supone poder explotar en régimen de monopolio (por hipótesis) esa innovación. Este periodo de tiempo termina cuando otro emprendedor introduce una nueva innovación, que explota también en régimen de monopolio, expulsándolo del mercado.

Esta idea está relacionada con el concepto schumpeteriano de “destrucción creativa” por lo que un aumento de introducción de innovaciones tiene en este modelo el efecto negativo de desanimar la innovación y termina afectando el grado de desenvolvimiento de la economía.

Aghion y Howitt suponen como que el consumidor maximiza su utilidad en cada momento del tiempo, que los emprendedores o innovadores tomen en cuenta las ganancias potenciales que obtienen por innovar. Se considera que los consumidores intentan maximizar su utilidad por consumir descrita por la siguiente función:

$$u(y) = \int_0^{\infty} y_t e^{\rho t} dt \quad (1)$$

Donde los consumidores financian su consumo mediante ingresos obtenidos la venta de fuerza de trabajo en el mercado del bien final (producto) y en el de innovaciones. Sujeta a la siguiente restricción:

$$L = n_t + m_t \quad (2)$$

Luego, n representa a la población dedicada a la innovación y m a la dedicada a la producción del bien intermedio y t representa el periodo de tiempo que oscila entre dos innovaciones seguidas. El producto final se genera de acuerdo a la siguiente función de producción:

$$y = F(x) = Ax^{\alpha}, \alpha < 1 \quad (3)$$

Las innovaciones se producen conforme a un proceso estocástico que depende directamente de la cantidad del input (trabajo) dedicada a esta actividad, n .

Se considera la aparición de una nueva innovación sigue un proceso Poisson con tasa de llegada θn , siendo $\theta > 0$ que es parámetro describe la productividad del sector innovador. La innovación está ligada a la mejora de calidad de los bienes, se traduce en la creación de un nuevo bien intermedio x que reemplaza al existente. En el modelo, el sector de bienes intermedios es el único en el que los mercados no son competitivos: se supone que hay un monopolio (productor único) que produce el bien:

$$x_t = m_t \quad (4)$$

Esta empresa única actúa como monopolio durante el lapso de tiempo que transcurre entre la introducción de bien x_t y la introducción de $x_{(t+1)}$ de mayor calidad. La introducción de una calidad superior implica aumento en el parámetro A en una cantidad constante $\gamma > 1$, de manera que:

$$A_t = A_0 \gamma^t \quad (5)$$

Donde A_0 representa el valor inicial del parámetro tecnológico y t es la cantidad de de mejoras de calidad ocurridas hasta el momento. La condición de arbitraje que determina cuanta n se dedica a estas actividades es:

$$w_t = \theta V_{t+1} \quad (6)$$

Donde w es el tipo de salario y V es el valor presente del flujo de utilidades, a los que la innovación, da acceso hasta que tenga lugar la siguiente $(t+1)$. Estos beneficios esperados producen una demanda de trabajo, junto con los que se obtienen de la producción de la renta final.

El modelo contempla la innovación y su posibilidad de generar el privilegio de gozar temporalmente de los ingresos de un monopolio, que arrojan ganancias extraordinarias como compensación de haber introducido innovación. Las empresas innovadoras tienden a aumentar la productividad de la economía, por ende incrementan valor del parámetro tecnológico "A". Las innovaciones son invención de una variedad del bien intermedio que reemplaza al anterior y que eleva el parámetro tecnológico A en un factor constante $\gamma > 1$ " Este es el impacto que perciben el consumidor y el productor del bien final.

En modelo se consideran varios tipos de mercados, entre los cuales, Mercado del bien final que lo rige competencia perfecta, donde interactúan los consumidores y los productores del bien final. Mercado de bienes intermedios donde se encuentran los propietarios de las innovaciones con las empresas productoras del bien final y es de competencia imperfecta (en este caso, Monopolio). En el modelo existe una interrelación fundamental que es conocida como "Destrucción creativa", que supone que el éxito de un empresario le da la posibilidad de explotar un monopolio, pero acosta de destruir la posición de privilegio de otro, con las consecuentes pérdidas en que le hace incurrir y esto sucesivamente. Finalmente hay crecimiento positivo reforzado con la ganancia de utilidad de los consumidores (se supone que hay un excedente del consumidor siempre supera el grado de explotación del monopolio). Podemos resumir que, Aghion y Howitt plantean un modelo con variables relevantes como son el parámetro tecnológico (A), la cantidad de trabajo dedicado a innovación y a producción del bien intermedio y (n, m) y las cantidades producidas del bien final (y) y del bien intermedio (x). En este modelo la tasa de crecimiento de la economía en viene dada por:

$$g = \theta \eta \ln \gamma \quad (7)$$

Donde n^* es el estado estacionario de equilibrio del modelo, muestran que el motor del crecimiento económico es la tecnología de la producción de innovaciones que en este caso, la tecnología está ligado al marco institucional, un mercado que permita financiar al innovador, y cubrirse de algún modo contra riesgos de que otros les saquen del mercado.

Innovación por aumento de variedad de insumos y crecimiento económico

En éste epígrafe se plantea el modelo de Romer (1990), indica que la utilización de mayor número de insumos en la producción (nuevos materiales, bienes intermedios) ayuda a incrementar la productividad y con ello el crecimiento del producto per cápita. El modelo introduce la innovación horizontal (que es la contribución de número variedades de bienes intermedios en la producción). El modelo supone la existencia de dos sectores, un sector que produce el bien final único, regido por la competencia perfecta, el otro sector produce bienes intermedios diferentes y está en un régimen de competencia imperfecta. El monopolio que produce el bien intermedio está protegido por una patente que le da exclusividad de la producción del bien y se supone que han gastado en investigación y desarrollo para la obtención de un bien intermedio novedoso. La función de producción del bien final único se puede representar como sigue:

$$Y = \frac{1}{1-\beta} L^\beta K^{1-\beta} \quad (8)$$

Consideran rendimientos constantes (el parámetro β es un oscila entre 0 y 1. L representa la cantidad de empleados que es fija y coincide con población, K es capital, Y es la producción del bien final.

En seguida supone los productores del bien final utilizan en números iguales los insumos, por lo que $x_i=x$, entonces reescribimos (2.8) en:

$$Y = \frac{1}{1-\beta} L^\beta A x^{1-\beta} \quad (9)$$

x_i denota capital, A es la producción de ideas o conocimientos, interpretada como variedad de inputs. Si x_i aumenta, también se incrementara el nivel de la producción agregada y también el ingreso per cápita. Pero es más interesante el aumento de A (número de insumos). Hay dos tipos de agentes consumidores y productores. Las empresas intentan maximizar sus utilidades representadas en la siguiente función:

$$V_{i,t} = \int_t^\infty e^{-r(s-t)} \pi^{-r(s-t)} ds = \int_t^\infty e^{-r(s-t)} (p_{i,t} - \psi) x_{i,t} ds \quad (10)$$

Sujeta a:

$$x_{i,t} = L p_{i,t}^{-1/\beta} \quad (11)$$

Donde la variable V_i también representa los ingresos netos generados por inventar una nueva variedad. Finalmente encuentra que $g_y(t) = g_A(t)$, lo cual muestra que ingreso per cápita aumenta si se incrementa el número de variedades de insumos. Por otra parte los consumidores intentan maximizar su utilidad por consumir con la siguiente función:

$$u(c_t) = e^{-\rho t} \left[\frac{-1 + c_t^{1-\theta}}{1-\theta} \right] \quad (12)$$

Donde ρ es la tasa de descuento subjetiva y $\theta > 0$, y se cumple la ecuación de Euler, entonces la tasa de crecimiento del consumo en el estado estacionario sería:

$$g_c \equiv \frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\theta} (r - \rho) = \frac{1}{\theta} (\lambda \beta L - \rho) \quad (13)$$

Luego en el estado estacionario, se cumple:

$$g_A^* = g_N^* = g_y^* = g_c^* = \frac{1}{\theta} (\lambda \beta L - \rho) \quad (14)$$

Podemos concluir del modelo planteado anteriormente, crecimiento de ingreso per cápita está relacionado directamente con la productividad de los investigadores en un país, en otras palabras, es inverso al costo de lograr una nueva variedad de insumo.

Innovación en mejora de bienes intermedios y crecimiento económico

Schumpeter (1942) uno de los estudiosos más destacados de la innovación y que introduce el concepto de “Destrucción Creativa”, que estaría vinculada a la innovación vertical que expondremos en seguida. La innovación vertical es la mejora en calidad de los bienes intermedios que provocaría el incremento de la productividad total de los factores, por otro lado las empresas innovadoras que mejoran la calidad de sus productos con el uso de mejores insumos, tienden a expulsar de los mercados a sus competidores. Groosman y Helpman son los primeros en desarrollar los modelos basados en mejora de calidad de bienes intermedios y su impacto en el crecimiento económico en 1991 y después destacan Howitt y Aghion (1992, 2006) que siguen muy activos en la investigación en ese sentido. Empezamos considerando (como en el subepígrafe anterior), que el progreso técnico está determinado por la elasticidad demanda de los bienes intermedios y de la productividad de los investigadores. Consideramos dos sectores, uno que produce el bien final y otro sector de bienes intermedios. La función de producción del bien final está dada con la siguiente función:

$$Y_t = \frac{1}{1-\beta} L^\beta \int_0^m A_{i,t}^\beta (x_{i,t})^{1-\beta} di \quad (15)$$

Donde A_i es el aumento en la calidad de los insumos, m es la cantidad de insumos que se supone constante. Por otra parte, se considera el proceso de innovación, descrito como:

$$A_t = \frac{1}{m} L^\beta \int_0^m A_t di \quad (16)$$

Donde A_t es la tasa de crecimiento del índice de calidad agregado. Después de una serie de consideraciones (que se anexaran al finalizar el trabajo y similares a las del subepígrafe anterior) se llega a determinar la tasa de crecimiento del progreso técnico:

$$g_A^* = 2\lambda^2 \beta L (\gamma - 1) \quad (17)$$

Donde γ es la relevancia de la calidad innovada, λ es la productividad de los investigadores. En este apartado podemos concluir que la tasa de crecimiento de la economía explicada por la tasa de crecimiento del progreso técnico están relacionadas positivamente con el tamaño de la innovación y con la productividad de los investigadores. Aghion y Howitt (2006) consideran una economía compuesta por individuos con preferencias de consumo, en general se produce un bien final en condiciones de competencia perfecta con continuas entradas de bienes intermedios, de acuerdo a:

$$y = \int_0^1 x_i^\alpha di, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (18)$$

En el sector de producción de bienes intermedios, un monopolio produce el bien intermedio de acuerdo a: $x=f(q,s)$, donde q es el insumo para la producción del bien final utilizado como capital y s es la entrada para la producción del bien intermedio disponible en cantidades igual a uno. La función de producción para el bien intermedio es:

$$f(q,s) = \begin{cases} q & \text{si } s \geq 1 \\ 0 & \text{En otro caso} \end{cases} \quad (19)$$

Por lo tanto el insumo especializado del bien intermedio es indispensable para la producción del bien final, a pesar de disfrutar del poder de monopolio, el productor del bien intermedio, podría enfrentarse a una franja competitiva por potenciales imitadores que pueden producir el bien intermedio, aunque con costo unitario muy alto. La función de producción del imitador es:

$$f^m(q,s) = \begin{cases} aq & \text{si } s \geq 1 \\ 0 & \text{En otro caso} \end{cases} \quad (20)$$

Donde $a < 1$, es una medida directa del grado de libertad de competencia en el mercado de bienes intermedios. Si la empresa (empresario) se las arregla para obtener los servicios del productor del insumo especializado en ese sector y no se enfrenta a una competencia efectiva, ya que los posibles imitadores no tienen acceso a la entrada especializada, entonces dicha empresa puede vender el bien intermedio a precio de monopolio al sector que produce el bien final, el precio sería igual al producto marginal del bien intermedio en la producción del bien final es $p = \alpha x^{\alpha-1}$, Por lo tanto, el productor del bien intermedio elige x para maximizar el excedente, $\pi = \max \{ \alpha x^\alpha - \chi \}$, entonces los rendimientos es $\pi = (1-\alpha) \alpha^\alpha (1+\alpha)(1-\alpha)$, y la ganancia del imitador está dada por la función:

$$\pi^m = \max\{\alpha\chi^\alpha - \chi/\alpha\} \tag{21}$$

Y los rendimientos del imitador serian, $\pi^m = \chi^\alpha$, donde $\chi = a^{\alpha/(1-\alpha)}$. Esto también es una medida de competencia en el mercado, al inicio de cada periodo el empresario decide integrarse o nó, entonces él invierte en investigación y desarrollo para la innovación con el fin de mejorar la calidad de sus bienes, si él innova exitosamente, entonces la franja competitiva de imitadores potenciales se presenta $\eta > 0$. Después de que la franja ha sido abierta y el componente ha sido exitosamente producido, entonces se establece el trato sobre el excedente, de lo contrario ambos no obtienen beneficios, ya que la tecnología anterior sigue vigente en ese sector.

A continuación analizamos los resultados de la negociación ex post de la empresa y el gerente en cada sector, primero, si un margen competitivo de imitadores se ha presentado, la empresa debe conceder π^m para el gerente con el fin de asegurar su entrada (input) especializada; si no se presenta un margen competitivo o si el empresario se integra hacia atrás con su gerente, entonces la empresa y el gerente se reparten utilidades 50-50, o sea, que cada uno de ellos obtendría la mitad de las utilidades. El empresario en cada sector debe invertir en investigación y desarrollo para poder innovar, la innovación a su vez crea oportunidades de enormes beneficios. El costo de la inversión en investigación y desarrollo para la innovación con probabilidad z es:

$$d(z) = Z^{u_1}/u_1, \quad u_1 > 1 \tag{22}$$

Una vez que la nueva tecnología ha sido inventada por la empresa, el gerente debe crear una entrada adecuada o componente para la nueva tecnología, y el costo de generar cada componente con probabilidad e es:

$$c_{(e)} = e^{u_2}/u_2, \quad u_2 > 1 \tag{23}$$

Supón que la empresa decide integrarse hacia atrás con su gerente, los rendimientos se parten a la mitad, una vez que la tecnología ha sido inventada exitosamente, el gerente elegirá la probabilidad e de descubrir un componente complementario, a fin de maximizar su utilidad esperada: $e\pi/2 - c_{(e)}$, por lo que los rendimientos: $e^v = \left[\frac{\pi}{2}\right]^{\varepsilon_2}$, donde $\varepsilon_2 = \left[\frac{u_2-1}{u_2}\right]^{-1}$ mide la eficiencia marginal del esfuerzo del gerente, ésta opción no está restringida por ninguna obligación contractual, retrocediendo un paso mas allá, anticipando el esfuerzo de innovación, el empresario elige su propia intensidad en investigación y desarrollo z para obtener el máximo beneficio:

$$U^v = \max\{ze^v \pi/2 - d(z)\} \tag{24}$$

A continuación supongamos que la empresa decide no integrarse hacia atrás, entonces, una vez que la nueva tecnología ha sido inventada exitosamente el gerente elegirá la probabilidad e a fin de maximizar sus utilidades es: $e\pi \left(\frac{\eta\chi + (1-\eta)}{2}\right) - c_{(e)}$, entonces los rendimientos:

$$e^N = \left(\frac{\eta\chi + (1-\eta)}{2}\right)^{\varepsilon_2} \pi^{\varepsilon_2} \tag{25}$$

A continuación asumimos mayor que e^N si la franja competitiva vinculante ($\chi > 1/2$), volviendo otra vez un paso hacia atrás, anticipando el esfuerzo innovador por el gerente e^N , la empresa elige su propia intensidad en investigación y desarrollo z para maximizar sus utilidades:

$$U^N = \max\{ze^N(\eta(1 - \chi) + (1 - \eta)/2)\pi - d_{(z)}\} \quad (26)$$

Después de considerar lo que ocurre cuando varía el grado de competencia y tener en cuenta la evidencia en el Reino Unido llegan a las siguientes conclusiones, que existe evidencia de la relación entre la competencia, la innovación, la propensión a concretar una integración vertical por parte de las firmas. A medida que hay mayor apertura y libertad los mercados, la competencia ayuda a presionar a que las empresas sean más innovadoras para poder subsistir, a su vez, las condiciones de mercado provocan la fusión y la integración entre ellas.

Innovación, difusión del conocimiento y crecimiento económico

La innovación puede ser de demanda o de oferta, la innovación de demanda conocida como tirón o empujón de demanda es aquella innovación que surge en respuesta o como exigencia del mercado. Esta innovación generalmente tiene una comercialización al corto plazo, no implica riesgo para su productor. La innovación de oferta también conocida como “empujón de ciencia” es aquella innovación que es impulsada por la búsqueda de las aplicaciones de la ciencia, acelerada por los departamentos de investigación y desarrollo de las empresas. Este tipo de innovación si es riesgo y su rentabilidad tiende a largo plazo. Generalmente las innovaciones se ubican entre estos dos extremos.

Para la generación de innovaciones las organizaciones pueden invertir en investigación y desarrollo o adquisición de la innovación del exterior de la empresa. La investigación y desarrollo es el trabajo creador, emprendido sobre una base sistemática, tiene por objeto el aumento del conocimiento científico y técnico, así como, su posterior utilización en nuevas aplicaciones. También se pueden adquirir desde el exterior de la empresa o país, innovaciones tecnológicas (de nuevos productos, procesos), otras tecnologías en forma de licencias, patentes, Know-how, marcas.

La difusión de los conocimientos, innovaciones por las empresas, países, ha sido intensificada por el desarrollo de las empresas de tecnologías de información y telecomunicaciones, la globalización, la transnacionalización de la economías, el desarrollo del transporte, la fragmentación de la producción por todo el mundo, la informática, el internet, el comercio, las políticas de apertura en los distintos países, el impulso a la inversión extranjera, el turismo, el intercambio académico. Los mayores recursos destinados a investigación y desarrollo por parte de empresas y gobiernos de todo el mundo, la creación sistemas nacionales de investigación y la intención de los sectores públicos y privados de colaboración para el desarrollo científico y tecnológico en búsqueda de mayor competitividad, hace que las innovaciones sean más comunes y claves para el éxito de una empresa o una nación en un mundo cada vez más dinámico y cambiante. Las innovaciones tecnológicas, los sistemas de investigación, los procesos de innovación cada vez más eficaces, han permitido una mejora muy significativa en los niveles de bienestar de la mayoría de la población del planeta.

Referencias

- Aghion, P. and P. Howitt (1992), A Model of Growth Through Creative Destruction, *Econometrica*, 60 (2), 323-351.
- Aghion, P. and P. Howitt (2006), "Appropriate Growth Policy: A Unifying Framework", *Journal of the European Economic Association*, 4, 269-314.
- Aghion, P., D. Hémous, y E. Kharroubi (2014), "Cyclical fiscal policy, credit constraints, and industry growth", *Journal of Monetary Economics* 62(March 2014): 41-58
- Aghion, P., P. Howitt and Prantl (2013), Patent Rights, Product Market Reforms, and Innovation, working paper Harvard University.
- Chiaromonte, F. and G. Dosi (1993), "Heterogeneity, Competition, and Macroeconomic Dynamics". *Structural Change and Economics Dynamics*, 4 (1), 39-63.
- Coe, D. and E. Helpman (1995), "International R&D Spillovers", *European Economic Review*, 39, 859-887.
- Coe, D., E. Helpman y A. Hoffmaister (2009), "International R&D Spillovers and Institutions", *European Economic Review* 53: 723-741
- Dornbush, R. and S. Fischer (1987), "Economics", McGraw-Hill, New York.
- Griliches, Z. (1990). "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey." *Journal of Economic Literature*, 28 (4), 1661-1707.
- Grossman, G. and E. Helpman (1991), "Innovation and Growth in the Global Economy", MIT Press, Cambridge.
- Grossman, G. and E. Helpman (1994), "Innovación y Crecimiento en la Economía Global", CONACYT Grafos Editores, México D. F.
- Ha, J. and P. Howitt (2007), "Accounting for Trends in Productivity and R&D: A Schumpeterian Critique of Semi-Endogenous Growth Theory", *Journal of Money Credit and Banking*, 39, 733-774.
- Howitt, P. (2000), "Endogenous Growth and Cross-Country Income Differences", *American Economic Review*, 90, 829-846.
- Lucas, R. (1988), "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.
- Madsen, J. (2007), "Semi-Endogenous versus Schumpeterian Growth Models: Testing the Knowledge Production Function using International Data", Discussion Papers No 26/07, Department of Economics, Monash University.
- Madsen, J. (2008), "Economic Growth and World Exports of Ideas: A Century of Evidence," *Scandinavian Journal of Economics*, 110, 145-167.
- Marx, K. (1867), "Das Kapital", Ed. Verlag von Otto Meisner, Hamburg.
- Metcalf, J. S. (1995), "The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives", in P. Stoneman (Ed.) *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford Blackwell, pp 409-512.
- OCDE (2006) "Manual de Oslo: Guía para la Recogida e Interpretación de Datos sobre la Innovación", TRAGSA, Madrid.

Romer, P. (1986), "Increasing Returns and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy*, 94, 1002-1037.

Romer, P. (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy* 98 (5). S71-S102.

Schmookler, J. (1965), *Technological Change and Economic Theory*, *American Economic Review*, Vol. 55, pp. 333-341.

Schumpeter, J. (1939), "Business Cycles, A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process", *Mc Graw Hill*, New York.

Schumpeter, J. (1928), "The Inestability of Capitalism", *Economic Journal*, 26, 361-386.

Schumpeter, J. (1934), "The Theory of Economic Development", *Oxford University Press*.

Smith; A., (1776), "An Inquiry into the Nature and Causes of the wealth of Nations", *Oxford University Press*. Oxford.

Solow, R. (1956), "A contribución to the theory of economic growth", *Quarterly Journal of Economics Review*, 70 (1), 65-94.

Young, A. (1998), "Growth Without Scale Effects", *Journal of Political Economy*, 23, 41-63

Zachariadis, M. (2003), "R&D, Innovation, and Technological Progress: A Test of the Schumpeterian Framework without Scale Effects", *Canadian Journal of Economics*, 36 (3), 566-586.