



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ECONOMÍA ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES EN ECONOMÍA

*Investigación y Desarrollo (I+D), factor fundamental del desarrollo
económico desde la perspectiva del crecimiento endógeno.*

ENSAYO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
Especialista en Teoría Económica

PRESENTA:
Jorge Luis Miguel Cruz

TUTOR:
Dr. José Luis Clavellina Miller

Ciudad Universitaria, Cd. Mx. Junio 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A la Universidad

A mi Universidad, a mis profesores y amigos.

A mi tutor

Gracias por guiar este proyecto, por su motivación y sus grandes enseñanzas.

A mis padres

Gracias por su infinito amor, por estar siempre a mi lado y otorgarme su confianza y su apoyo incondicional.

A mi niña especial

Gracias por estar a mi lado, por tu comprensión y apoyo.

A mis hermanos

Que siempre estén a mi lado y llenen mi vida de alegría.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
I. RESUMEN.....	3
II. INTRODUCCIÓN.....	5
III. CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DESARROLLO ECONÓMICO...	7
a. CRECIMIENTO ECONÓMICO.....	7
b. ¿QUÉ ES EL DESARROLLO ECONÓMICO?.....	8
IV. TEORÍAS DEL CRECIMIENTO	10
V. UN MODELO DE CRECIMIENTO ENDÓGENO.....	13
VI. EL PROGRESO TECNOLÓGICO, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D) Y CRECIMIENTO ENDÓGENO.....	16
VII. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D).....	21
VIII. ¿CUÁNTO INVIERTEN LAS ECONOMÍAS EN I+D?.....	23
IX. CONTRIBUCIONES DE LA I+D AL DESARROLLO ECONÓMICO.....	29
X. CONCLUSIONES.....	35
XI. CONSIDERACIONES FINALES.....	39
XII. BIBLIOGRAFÍA.....	40

I. RESUMEN

El presente ensayo tiene como finalidad analizar la teoría del crecimiento endógeno y su utilidad para el estudio del crecimiento en el largo plazo, el principal factor de este análisis se centra en la Investigación y el Desarrollo (I+D) como determinante del desarrollo económico, para lo cual se realizará un breve estudio de la teoría neoclásica y posteriormente se contrastan algunos datos de organismos internacionales acerca de la importancia de la I+D en el desarrollo económico.

La I+D representa una de las actividades imprescindibles de toda economía como impulsora del desarrollo económico, como generadora de beneficios económicos, como factor clave en la calidad de vida de los individuos y como una herramienta fundamental para encontrar las soluciones a los grandes retos de la humanidad en materia de energía, medio ambiente y economía. Así la I+D representa un conjunto de políticas, actividades, conocimientos y trabajo cooperativo por parte de diferentes actores para propiciar las condiciones ideales y encausar los resultados ante las transformaciones geopolíticas que se gestan a nivel mundial.

JEL: O10, O30

Palabras clave: Investigación y Desarrollo (I+D), Desarrollo Económico, Crecimiento Endógeno.

I. ABSTRACT

The present essay aims to analyze endogenous growth theory and its usefulness to the understanding of growth in the long run, the main factor of this analysis focuses on Research and Development (R & D) as a determinant of economic development, for which a brief study of the

neoclassical theory will be carried out and then some data from international organizations about the importance of R & D in economic development will be compared.

Research and Development (R & D) represents one of the essential activities of any economy as a driver of economic development, as a generator of economic benefits, as a key factor in the quality of life of individuals and as a fundamental tool to find solutions to the great challenges of Humanity in energy, environment and economy. Thus R & D represents a set of policies, activities, knowledge and cooperative work on the part of different actors to propitiate the ideal conditions and to direct the results to the Geopolitical transformations taking place at the global level.

JEL: O10, O30

Key words: Research and Development (R & D), Economic Development, Endogenous Growth.

II. INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico y el crecimiento económico son temas de gran relevancia para toda economía, aunque se trata de conceptos diferentes en cuanto a los elementos que contabilizan, son complementarios. La teoría económica que se ha desarrollado en esta materia es vasta y los economistas han propuesto una serie de modelos para explicar, en un primer momento, el fenómeno del crecimiento económico y sus determinantes, sin embargo, al hablar de desarrollo económico implica ir más allá del aumento del capital físico en una economía como lo es para el crecimiento económico. Sloman (1997), partiendo del enfoque de las necesidades básicas, afirma que el desarrollo entraña el grado de satisfacción a las necesidades de los individuos de una economía, implica entonces el análisis de otro tipo de variables como son el acceso a servicios de salud, educación, alimentación, etc., factores que conllevan una alta dificultad de ser medibles y comparables.

Ya que los modelos neoclásicos no logran dar respuesta al crecimiento económico en el largo plazo, se han desarrollado teorías que dejan de lado algunos de los postulados de la teoría neoclásica para explicar el desarrollo económico, dichos modelos se conocen como modelos de crecimiento endógeno que dan una explicación al crecimiento y al desarrollo económico desde la visión, principalmente, que la tecnología no se genera exógenamente y esto sirve como fundamento para el desarrollo de la teoría del crecimiento endógeno.

Los trabajos que se han realizado al respecto del desarrollo económico, empero, parten del modelo neoclásico, pero abandonan ciertos postulados para poder incluir, y explicar no exógenamente, la variable tecnológica, sus determinantes y su importancia en el desarrollo económico.

Así pues, el presente trabajo tiene como finalidad analizar evidencia en cuanto a la teoría del crecimiento endógeno y explicar el crecimiento en el largo plazo, así como sus determinantes, el principal aspecto a considerar es la importancia de la Investigación y Desarrollo (I+D), como elemento primordial de los modelos de crecimiento endógeno.

III. CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DESARROLLO ECONÓMICO

a. CRECIMIENTO ECONÓMICO

En macroeconomía, el crecimiento económico designa el proceso por el cual las economías acumulan mayores cantidades de capital físico, desplazan las fronteras del conocimiento tecnológico y adquieren una productividad más sólida (Samuelson et al., 2010, p. 515).

El crecimiento económico es, desde un punto de vista contable, la expansión del PIB potencial nacional. Es decir, el crecimiento ocurrirá cuando la frontera de posibilidades de producción de una economía se desplace a la derecha (Samuelson et al., 2010, p. 516).

Samuelson (2010) sugiere que el motor del progreso económico se sustenta en cuatro pilares:

- Recursos humanos: oferta de trabajo, educación, habilidades, disciplina.
- Recursos naturales: como la tierra, minerales, combustibles y la calidad ambiental, aunque no son necesarios para el éxito económico.
- Capital: fábricas, maquinaria, carreteras y propiedad intelectual, es decir, bienes de capital tangibles e intangibles.
- Avance tecnológico: ciencia, ingeniería, administración, talento empresarial, etc.

Los economistas representan la relación en términos de una función de producción agregada (una igualdad que vincula el producto nacional total con los insumos de la tecnología). Es así que los economistas han estudiado la importancia de los distintos factores en la determinación del crecimiento, y es justamente en este punto, donde encontramos diversidad de ideas

acerca de la mejor forma de alcanzar el crecimiento (Samuelson et al., 2010, p. 520).

Sin embargo, como veremos más adelante, la teoría neoclásica que se encarga de explicar estos sucesos, tiene límites al momento de explicar el crecimiento en el largo plazo y al hablar de un mejoramiento sostenido de las condiciones de vida de los individuos, lo cual, es el punto de análisis del desarrollo económico.

b. ¿QUÉ ES EL DESARROLLO ECONÓMICO?

El nivel de desarrollo de un país puede definirse en términos del grado en el que se satisfacen necesidades básicas para la vida humana. Alimentación, vivienda, acceso a la educación, servicios de salud, disponibilidad de empleos, seguridad, etc. En este contexto, podemos decir que el desarrollo económico requiere de un aumento sostenido de la productividad del trabajo y del ingreso per cápita para poder alcanzar la satisfacción de dichas necesidades (Sloman et al., 1997, p. 527).

Sloman (1997) refiere cuatro problemas al momento de plantear una definición: “El primero, es decidir acerca de los términos que se tienen que incluir; el segundo problema tiene que ver con la medición de cada uno de los elementos; el tercer problema se refiere a la obtención de una única medida del nivel de desarrollo; y, finalmente, el cuarto problema radica en decidir la importancia de la distribución de los distintos elementos”. Como se ha mencionado, crecimiento económico y desarrollo económico contemplan variables diferentes, el crecimiento económico se relaciona más con la contabilidad nacional, y, por otro lado, el desarrollo podría pensarse que es una medida más bien subjetiva acerca de la felicidad de los individuos de una economía.

En este contexto la medida más utilizada de desarrollo es el PIB (Producto Interno Bruto) per cápita, ya que analiza la totalidad de los bienes y servicios producidos en un país, además de que, aun en mercados no perfectos, refleja las fuerzas de la oferta y la demanda, y, aunque también considera algunas desventajas, como excluir ciertos bienes o precios de mercado distorsionados, es aceptado que un aumento sostenido del PIB es condición necesaria para un incremento sostenido del bienestar (Sloman et al., 1997, p. 529).

En los últimos años, la Investigación y el Desarrollo (I+D) ha cobrado gran relevancia a nivel mundial como un gran impulsor del desarrollo y del crecimiento económico, dado que la innovación tecnológica propicia el crecimiento económico sostenible a través de la constante innovación, además de que tiene resultados positivos en el desarrollo del capital humano, en el aumento de los conocimientos y la eficiencia productiva, así como en el stock de capital, entonces, dadas las repercusiones favorables en el nivel de vida de los individuos que trae consigo el desarrollo económico se han realizado numerosos estudios acerca de los determinantes de dicho desarrollo, la I+D figura como el gran determinante, es por ello que se pretende analizar su importancia en el contexto del desarrollo económico.

Crecimiento y desarrollo económico juegan un papel fundamental para toda economía y en particular para el mejoramiento del nivel de vida de los individuos, dado lo anterior representan un objetivo fundamental de la política económica.

IV. TEORÍAS DEL CRECIMIENTO

La teoría del crecimiento nos explica cuáles son los determinantes de la acumulación de los factores de la producción y como estos contribuyen al crecimiento económico.

La teoría neoclásica del crecimiento se enfoca en la acumulación del capital y en sus relaciones con las decisiones de ahorro y semejantes (Dornbusch, Fischer y Startz et. al., 2009, p.61).

La teoría moderna acerca del crecimiento económico ha dejado de lado los supuestos neoclásicos en donde el principal motor del crecimiento recaía en factores como la acumulación de capital mediante políticas de ahorro e inversión o políticas para reducir la tasa de crecimiento de la población, empero, es necesario su estudio para comprender los determinantes del crecimiento económico en el largo plazo.

El modelo que sirve como referencia y contexto para nuestro análisis es el modelo de crecimiento desarrollado por Solow, que explica cómo afectan las variaciones del stock de capital (ahorro e inversión) y las variaciones de la población (tasa de crecimiento de la población y depreciación) en el desempeño de las variables económicas, es decir, el crecimiento económico.

La función de producción, es decir, la igualdad matemática que vincula los factores con la producción, de dicho modelo neoclásico, requiere cumplir con tres condiciones: Primero, que la función de producción tenga rendimientos constantes de escala, es decir, al duplicar, triplicar o multiplicar por una constante el factor trabajo y el factor capital, la cuantía de la producción lo hará en el mismo sentido; Segundo, que la producción marginal los factores sea positiva, pero decreciente, es decir, al aumentar el

capital y mantener fijo el trabajo, la producción incrementaría, aquí se cumple que la producción marginal es positiva, pero la producción aumenta cada vez menos, es decir decrece el producto marginal; y, finalmente, el requerimiento de la condición de Inada aplicable al factor trabajo y al factor capital, en ambos casos requiere que la productividad marginal del factor se aproxime a cero cuando el factor tiende a infinito y que tienda a infinito cuando el factor se aproxima a cero (Sala-i-Martin et al., 2000, pp. 13-14).

Adicional a lo anterior, el modelo neoclásico supone que los agentes ahorran una proporción de su renta, y dicha proporción se tiene como una tasa de ahorro, dicha tasa de ahorro es igual a la tasa de inversión, así, la curva de la tasa de ahorro es una fracción o una proporción de la curva de producción. Esto quiere decir que, la teoría neoclásica, supone que uno de los determinantes del crecimiento económico es el ahorro, el cual se convierte en inversión, sin embargo, hay que analizar la existencia de incentivos que tienen los individuos para ahorrar, ya que, bajo este supuesto, tasas pequeñas de ahorro producirán tasas pequeñas de inversión, lo cual no se traduce en crecimiento económico.

En la economía neoclásica, el stock de capital es un determinante de la producción de la economía, y las variaciones que tenga el stock de capital en el tiempo determinaran la existencia de crecimiento económico, por otra parte, contaremos con la existencia de dos fuerzas que actúan sobre el stock de capital, ya sea positivamente o negativamente, uno es la inversión y otro es la depreciación. La inversión, por una parte, es la cantidad necesaria para mantener la adición de maquinarias y reemplazar las que se desgastan, la depreciación, por otro lado, conlleva a la reducción del stock de capital, esta depreciación significa un deterioro en el stock de capital lo cual conlleva una reducción del stock por persona, además la depreciación va de la mano con

el crecimiento de la población, lo cual sugiere nuevamente que el incremento en la cantidad de trabajadores hace que disminuya el capital por trabajador. Cuando la influencia de ambas fuerzas, inversión y depreciación, se encuentran en equilibrio, la economía neoclásica alcanza un estado estacionario, el cual representa un equilibrio en la economía, dicho estado estacionario, supone el mayor nivel de consumo per cápita dada una tasa de ahorro, comúnmente conocida como la regla de oro. El estado estacionario, asimismo, tiene ciertas características fundamentales, por una parte se sabe que dicho estado existe y es único, por otra, en el estado estacionario encontramos un nivel de capital óptimo y esto hace que el estado estacionario sea estable, ya que si el nivel del stock de capital es inferior al stock de capital óptimo, el capital se acumulara de manera que el stock converge al punto óptimo, y sucede también en el sentido contrario, si el nivel de stock de capital es superior al nivel óptimo, entonces el capital disminuye hasta alcanzar el óptimo, esta es la razón por la cual en la economía neoclásica no se explica el crecimiento en el largo plazo (Mankiw et al., 2007, pp. 290-297).

Bajo estas condiciones, usualmente las instituciones internacionales recomiendan a las economías una serie de políticas encaminadas a enfrentar la influencia de las variables en el crecimiento económico, la primera de ellas en el sentido de incentivar el incremento de las tasas de ahorro e inversión cuya finalidad es incrementar el stock de capital, y la segunda, enfocada a reducir la tasa de crecimiento de la población, sin embargo, los movimientos que se generan en las curvas de ahorro, depreciación y del stock de capital, al aplicar dichas políticas en cada caso, provocan, en el largo plazo, que la economía converja nuevamente al estado estacionario (Sala-i-Martin et al., 2000, pp. 36-43).

Dado que la economía neoclásica toma el progreso tecnológico como exógeno, la evolución de las variables económicas ante un aumento del progreso tecnológico llevara nuevamente a la economía a un estado estacionario en el largo plazo si no existe un nuevo aumento de la variable tecnológica que afecte positivamente a la economía.

El modelo neoclásico es compatible con el crecimiento continuado, pero solo cuando existe crecimiento tecnológico persistente, además, el progreso tecnológico del que se habla en la teoría neoclásica es exógeno y dicho modelo no explica de donde surge dicho progreso, es decir, en la economía neoclásica no existe lugar para dedicar recursos para la financiación del progreso tecnológico, por lo tanto, no se explica la variable tecnológica (Sala-i-Martin et al., 2000, p. 40).

En este punto es necesario diferenciar entre el progreso tecnológico y el concepto de capital, el capital, bajo la teoría neoclásica, supone que existe un único tipo de capital, el stock de capital, dicho concepto hace referencia a bienes de capital, es decir, bienes que son utilizados en el proceso productivo para generar otros bienes, si bien es cierto que dichos bienes representan una parte importante en la producción de una economía, es necesario del conocimiento para poder utilizar dichos bienes en pro de la producción, dicho lo anterior, el progreso tecnológico, como explicaremos más adelante, es un concepto que engloba conocimientos, productividad, innovación, etc.

V. UN MODELO DE CRECIMIENTO ENDÓGENO

El modelo básico de crecimiento endógeno, siguiendo a Mankiw (2007), consiste en una función de producción con “tecnología AK ”, una función de producción lineal en el stock de capital, $Y_t = F(K_t, L_t) = AK_t$, Y representa la

producción, K el stock de capital y donde el parámetro A , siendo constante, es el único factor productivo que se utiliza para producir bienes. En este modelo, al igual que en la economía neoclásica, encontramos un supuesto similar con respecto al ahorro, se ahorra y se invierte una proporción de la renta, s , y ambas se igualan, es decir,

$$\Delta K = sY - \delta K.$$

Donde ΔK representa la variación del stock de capital, sY representa la inversión y δK significa la depreciación del capital. Si se combina la ecuación anterior con la función de producción, tenemos:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta K}{K} = sA - \delta.$$

Lo cual demuestra que en la medida en que $sA > \delta$, esto es, en la medida en que la tasa de ahorro sea superior a la depreciación, la renta de la economía crecerá, y no se tiene que suponer un progreso tecnológico externo, ya que en este modelo el ahorro y la inversión dan lugar a un crecimiento continuado en el largo plazo.

La función AK no cumple con dos de las condiciones neoclásicas: tiene rendimientos positivos, pero no decrecientes del capital, y, no satisface las condiciones de Inada. Una de las razones por las que este tipo de modelos carece de rendimientos decrecientes del capital es el papel del capital humano; otra razón, se atribuye a los incentivos que tienen las empresas para invertir en Investigación y Desarrollo (I+D), es decir, la búsqueda de incrementar los beneficios económicos (Mankiw et al., 2007, pp. 355-356).

La teoría del crecimiento endógeno toma en consideración el conocimiento como un tipo de capital, el cual, como un factor de la producción, coadyuva a la producción de bienes, por un lado, y por otro, a la producción de nuevos

conocimientos, este punto de vista, es la razón que la da impulso a la teoría del crecimiento endógeno y es el punto en el cual se abandona el supuesto de los rendimientos decrecientes, ya que los conocimientos como fruto de una constante innovación científica y tecnológica, como muchos economistas han afirmado, tienen rendimientos crecientes.

En conjunto, Abel y Bernanke (2004) señalan que “los incrementos del capital y de la producción tienden a aumentar los conocimientos técnicos y el aumento resultante de la productividad contrarresta cualquier tendencia de la productividad marginal del capital a disminuir” (p. 264). Las condiciones de Inada, por su parte, no se satisfacen debido al papel del factor A , que es constante en todo momento.

Cuando Romer introduce su función de producción con externalidades del capital, señala que las externalidades surgían de los conceptos de “aprendizaje por la práctica” y “desbordamiento de los conocimientos”, igualmente, el supuesto de que el conocimiento es fruto de la inversión en capital físico elimina los rendimientos decrecientes del capital.

Sala-i-Martin (2000) analiza ambos supuestos y al respecto menciona: “cuando una empresa aumenta su stock de capital a través de la inversión, no solamente aumenta su propia producción, sino que aumenta la producción de las empresas que la rodean” (p.56). Desde este punto de vista la adquisición de conocimientos está íntimamente ligada con la experiencia y el aprendizaje, ambos se encuentran inmersos en un círculo virtuoso en el que reciben constantemente estímulos, en suma, son el motor que impulsa el crecimiento.

Así, en este modelo, el aumento de la tasa de ahorro, y, por consiguiente, el estímulo a la inversión en capital humano e I+D, afectaran positivamente al

crecimiento en el largo plazo. Cabe mencionar que cuando se estudia el crecimiento de las economías uno de los factores importantes a tener en cuenta es: el gobierno. Ya que tiene una gran influencia en todo aspecto de la economía de un país, es responsable de la regulación, el déficit, la política monetaria, etc., el gobierno decide la envergadura del gasto público y sus fines, así como la forma y el tamaño de los impuestos (Sala-i-Martin et al., 2000, pp. 135-136).

Barro (1990) considera que el gasto público es deseable y es productivo, y se introduce en la función de producción como factor positivo porque toma la forma de infraestructura, gasto en I+D, etc., sin embargo, y aunque se supone que los agentes económicos toman el gasto público como dado, al evaluar decisiones de inversión, los agentes privados toman en cuenta los rendimientos después de impuestos, y si el tamaño de los impuestos es tal que dichos rendimientos se vean reducidos por la carga fiscal, entonces los individuos decidirán invertir menos. Es decir, la cantidad y el tamaño de los impuestos puede generar distorsiones que afecten los incentivos que tienen los individuos para ahorrar e invertir. Adicional a lo anterior el gasto público tiene que ser un factor que contribuya positivamente a la producción y la productividad de las empresas.

VI. EL PROGRESO TECNOLÓGICO, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D) Y CRECIMIENTO ENDÓGENO

Uno de los objetivos de la teoría del crecimiento endógeno es explicar el persistente aumento del nivel de vida que observamos en casi todo el mundo (Mankiw et. al., 2007, p.354).

El progreso tecnológico tiene muchas dimensiones, puede significar: mayores cantidades de producción, nuevos, mejores y mayor diversidad de productos (Blanchard et. al., 2010, p. 274).

“La teoría del crecimiento endógeno centra la atención sobre el cambio tecnológico endógeno para explicar los patrones de crecimiento en las economías. Así, a través de la importancia de la Investigación y Desarrollo (I+D) se fundamenta el incremento de la productividad y del crecimiento económico. La importancia del tema de la inversión en investigación está fundamentada en la teoría del capital humano...” (Marroquín y Ríos, 2012, p. 15).

Como se ha mencionado este modelo de crecimiento toma en consideración el concepto de capital humano, ya que el ser humano visto como factor “trabajo”, es productivo. En ese sentido, dicho factor, necesitara de inversión en educación, alimentación, salud, etc., para que pueda incrementar en cuanto a productividad.

En cuanto al capital humano, podemos definirlo en función del valor que generan las capacidades de los individuos en un entorno económico, es decir, son los resultados que generan los individuos al aplicar sus conocimientos y habilidades en los sistemas productivos, dichas capacidades son el resultado de un conjunto de factores como son la educación, la experiencia, las capacidades propias de cada individuo, etc., el capital humano es el responsable de generar resultados al hacer uso de los bienes de capital, es el responsable de la productividad y de la generación de conocimientos e innovaciones.

La eficiencia del trabajo refleja el conjunto de conocimientos de una sociedad acerca de los métodos de producción, se dice que cuando la

tecnología mejora, la eficiencia en el trabajo también lo hace, un ejemplo de lo anterior es palpable con la introducción y desarrollo de la informática y las computadoras en la industria y la educación. La tecnología conlleva beneficios en el trabajo, hace que el trabajo sea más eficiente, ya que con el mismo nivel de trabajadores la tecnología permite hacer más con menos.

Schultz (1983) (citado por Marroquín y Ríos, 2012, p. 16) considera que la educación, la capacitación y la investigación constituyen un conjunto intangible de habilidades y capacidades para elevar y conservar la productividad, la innovación y el propio crecimiento económico.

La base es el conocimiento, Romer (2006) distingue dos tipos de conocimiento: “conocimientos que van desde lo altamente abstracto hasta lo altamente aplicado” (p. 115), por un lado, encontramos el conocimiento científico básico, y por el otro, tenemos un conocimiento específico, y cada uno de ellos se diferencia con respecto al otro, y cada uno implica diferentes factores que determinaran su acumulación. La I+D consiste, principalmente, en la creación de ideas.

Romer (2006) explica que el conocimiento científico básico, como resultado de investigaciones motivadas por el Estado u organizaciones benéficas, es relativamente accesible a todo individuo, es decir, representan una externalidad positiva, al tener acceso a ellos y poder utilizarlos. Empero, hay también innovaciones o investigaciones motivadas completamente por el deseo de obtener ganancias, para ello el conocimiento obtenido así debe de ser excluible en cierto sentido, y esa condición se convertirá en los incentivos para que los agentes inviertan en I+D.

Al respecto de lo anterior, podemos analizar el caso de la Unión Europea (UE), la cual le asigna un lugar prominente a la innovación para generar

crecimiento y empleo, desde 1984 la UE cuenta con una política de investigación e innovación, lo cual la coloca como una de las principales proveedoras de conocimiento a nivel mundial, actualmente su programa *Horizonte 2020*, es el mayor programa de investigación e innovación de la UE enfocado en tres pilares: excelencia científica, liderazgo industrial y retos sociales, su principal objetivo es mantener a la ciencia y tecnología europeas en primera línea mundial para impulsar el crecimiento, además, gran parte de dicho programa se enfocara en buscar soluciones a futuro en cuanto a energía, calentamiento global, salud pública, seguridad y recursos hídricos y alimentarios.

Lo anterior pone en evidencia la importancia de la I+D en el crecimiento y desarrollo económico de las naciones. Sin embargo, como señala Delong (2003) “las medidas económicas buenas y malas pueden acelerar o retrasar claramente el crecimiento económico a largo plazo... esto sucede a través de dos vías: la primera, es su influencia en el nivel de tecnología, que multiplica la eficiencia del trabajo, y la segunda, su influencia en la intensidad de capital de la economía” (p. 92).

Porter, Furman y Stern (2000) señalan la existencia de una capacidad innovadora nacional: “la capacidad que tiene un país de producir y comercializar un flujo de tecnología innovadora a largo plazo...la capacidad innovadora depende de un conjunto interrelacionado de inversiones, políticas y dedicación de recursos que sostienen la producción de las tecnologías...no es simplemente el nivel de producción innovadora conseguido...se refleja en la presencia de condiciones fundamentales, inversiones y políticas que determinan el alcance y éxito del esfuerzo innovador” (p. 3).

En este sentido, Porter, Furman y Stern (2000), diferencian dos tipos de economías, las economías más desarrolladas que se destacan como creadoras de nuevas tecnologías y lideran en inversión y resultados de I+D, y, las economías que adoptan las tecnologías externas y las introducen en sus actividades productivas, es decir, economías que generalmente son usuarios de tecnologías más que productores, cabe destacar nuevamente la importancia del capital humano para las economías que se encuentran en el hecho de adoptar tecnologías a sus procesos productivos, dicho factor funge como la pieza fundamental para adaptar la tecnología a las condiciones de su entorno mediante la aplicación de sus conocimientos y experiencia. Esto conlleva también otro tipo de diferencias entre las economías, se atribuye estas diferencias a la existencia de los factores de producción, es decir las cantidades de capital físico y humano, o, diferencias con respecto a la eficiencia en que se utilizan los factores productivos, entonces, bajo estas premisas, podemos atribuir un mayor desarrollo de algunas economías con respecto a otras, debido a su inversión en I+D para crear conocimientos y tecnologías que contribuyan en eficiencia en las labores productivas de una economía.

“El proceso de creación es una actividad en la que se hayan descubrimientos acerca de mejores y nuevas formas de producir” (Mankiw et al., 2007, p. 344), los productos resultantes de la actividad creativa, productos o ideas, representan, como ya se ha señalado, una externalidad, ya que los conocimientos se difunden, y la sociedad resulta beneficiada, pensemos, como ejemplo, en los descubrimientos médicos para tratar ciertos padecimientos.

El *Manual de Frascati (MF) (2002)*, publicado por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), es un documento técnico

cuya finalidad es ser una referencia en cuanto a recomendaciones y directrices metodológicas para la obtención, tratamiento y análisis de las estadísticas e indicadores de I+D de los países miembro, define a las actividades de innovación tecnológica como el conjunto de etapas científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales, incluyendo las inversiones en nuevos conocimientos, que llevan a la implementación de productos y de procesos nuevos o mejorados.

El MF (2002), a su vez, define la I+D como el trabajo creativo llevado a cabo en forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, la cultura y la sociedad, y el uso de conocimientos para crear nuevas aplicaciones.

Es evidente la importancia que tiene la I+D en el desarrollo de las economías y en la vida de los individuos, los organismos internacionales están cada vez más interesados en incentivar la recolección de información de I+D que cada país genera, así como trabajar en conjunto y recomendar medidas para que las naciones hagan énfasis en las actividades de I+D.

VII. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D)

El “*UNESCO SCIENCE REPORT Towards 2030*” es un informe, publicado en 2015, que elabora la UNESCO, el documento es un compendio de estadísticas relevantes acerca de la evolución de la ciencia, la tecnología y la innovación a nivel global, al respecto el informe explica: “...la distribución de la inversión en conocimiento sigue siendo desigual. Los Estados Unidos siguen ocupando una posición predominante, con el 28% de la inversión global en I+D. China ha pasado a segundo lugar (20%), por delante de la UE (19%) y el Japón (10%)”.

Dicho estudio hace referencia a los acontecimientos importantes en términos de geopolítica que han tenido una fuerte influencia, ya sea directa o indirecta, en los aspectos científicos y tecnológicos de las economías. De la mano de lo anterior, las crisis medioambientales, también representan una fuerte influencia en la política y gestión de la ciencia, tecnología e innovación. El tema de la energía tiene un papel preponderante en la agenda económica a nivel global, y es observable en las políticas de reducción de emisiones, el desarrollo de programas de energías renovables y eficiencia energética.

Blanchard (2006) asevera que “el gasto de las empresas estadounidenses en I+D representa más del 20% de su gasto en inversión bruta y más del 60% de su gasto en inversión neta” (p. 281). El objetivo principal de invertir en I+D para toda empresa es incrementar los beneficios.

La I+D está conformada por dos grandes áreas: ciencias básicas y ciencia aplicada. La investigación básica se fundamenta en la búsqueda de principios y resultados generales. Por su parte, la investigación y el desarrollo aplicados se centra en la aplicación de la investigación básica en fines específicos y en el desarrollo de nuevos productos. Aprovechar al máximo todo el potencial de los grandes descubrimientos representa un largo proceso, que implica tiempo y recursos, el cual conlleva explorar todas las posibles aplicaciones, posteriormente se deben desarrollar nuevos productos y finalmente se adoptan dichos productos (Blanchard et al., 2006, p. 282).

Lo anterior sugiere una gran inversión financiera, e implica tiempo y esfuerzos, por tanto, ya que el principal objetivo de la I+D para las empresas es generar beneficios, estas tienen incentivos a invertir en I+D cuando tienen la posibilidad de apropiarse de los resultados de dicha investigación, es así

que surgen las herramientas legales, mejor conocidas como patentes, que le aseguran a la empresa que ha hecho un descubrimiento el derecho de excluir a las demás del uso de dicho descubrimiento temporalmente. Dada la relevancia de este factor, para proteger la inversión de las empresas, se convierte en un determinante del nivel de I+D en una economía, si analizamos detenidamente lo anterior, podemos decir que un grado muy bajo de protección generara poca I+D ya que el costo-beneficio de invertir no tendrá el suficiente potencial para incentivar el gasto en I+D, y, un grado demasiado alto de protección dificultara la I+D ya que se restringe el acceso al conocimiento por lo que se dificulta desarrollar programas de I+D, nuevamente entra en juego el papel de los gobiernos para incentivar y garantizar los derechos que otorgan las patentes a las empresas mediante la generación de las políticas adecuadas para garantizar los beneficios que trae consigo la I+D (Blanchard et al., 2006, p. 284).

A la par de lo anterior, resulta interesante preguntarse: ¿qué nivel de gasto en I+D es el ideal para poder obtener beneficios?, a este respecto, un análisis interesante en nuestro estudio es la comparación de los niveles de gasto en I+D de diferentes economías.

VIII. ¿CUÁNTO INVIERTEN LAS ECONOMÍAS EN I+D?

Para ser más precisos en nuestro análisis, y para poder dar respuesta a esta gran interrogante es necesario analizar cuánto invierten las economías en I+D, así al responder a esta cuestión nos dará la pauta para conocer la verdadera importancia de la I+D en el desarrollo económico. Para lo anterior se analizarán datos obtenidos de la herramienta que proporciona la UNESCO: “¿Cuánto invierte su país en I+D?”, para conocer el porcentaje del PIB que las economías destinan a I+D.

En la clasificación de los países con mayor gasto en términos absolutos en I+D encontramos grandes potencias económicas: Estados Unidos, China, Japón, Alemania, República de Corea, seguidos de Francia, India, Rusia, Reino Unido y Brasil; pero al tomar en cuenta la metodología de la ONU para dar seguimiento al Objetivo de Desarrollo Sustentable 9 (ODS 9), que toma en cuenta el gasto en I+D como % del PIB, encontramos a Corea, Israel, Japón, Finlandia, Suecia, Dinamarca, Austria, Suiza, Alemania y Estados Unidos. Las economías a las que haremos referencia para realizar una comparación en los niveles de gasto en I+D son: Estados Unidos, República de Corea, China, Brasil, India, México, Argentina, Rusia, Sudáfrica y Chile.

TABLA 1. COMPARACIÓN DEL GASTO EN I+D

PAÍS									
Estados Unidos	República de Corea	China	Brasil	India	México	Argentina	Rusia	Sudáfrica	Chile
Gasto en I+D % del PIB									
2.70%	4.30%	2%	1.20%	0.80%	0.50%	0.60%	1.20%	0.70%	0.40%
Gasto en I+D (\$PPA) (millones)									
456,977	74,346.2	368,635.9	39,704.5	48,063	11,543.1	4,655.5	44,451.5	4,824.2	1,505.4
Gasto en I+D por sector de actividad (millones)									
Empresas									
322,528	58,155.5	284,942.9	ND	17,044	3,143.7	1,284.9	26,497.5	2,136.3	504,147.6 mil
Gobierno									
51,022	8,336.4	58,255.2	ND	29,066.8	2,455.3	1,890.4	13,549.6	1,104.1	122,388.6 mil

Universidades									
64,680	6,727.2	25,437.8	ND	1,952.3	2,330	1,405.8	4,347.5	1,482	585,523.8 mil
Privado no lucrativo									
18,747	1,127.1	0	ND	0	129,480.4 mil	74,413.8 mil	56,880.4 mil	101,820.3 mil	293,382 mil
Número de investigadores por millón de habitantes									
4,018	6,899	1,113	698	156	322	1202	3101	404	427

Fuente: Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS) (2014).

En la tabla 1 se pueden observar los datos de cada una de las economías sujetas a comparación, por un lado, tenemos el gasto en I+D como % del PIB, los líderes en este sentido son Corea con 4.3%, seguida de Estados Unidos con 2.7%, en tercer lugar, se encuentra China con 2%, Brasil y Rusia con 1.2%, India 0.8%, Sudáfrica 0.7%, Argentina 0.6%, México 0.5% y Chile 0.4%. En cuanto a la clasificación por gasto en I+D en términos de \$PPA (dólares de paridad de poder adquisitivo), encontramos que Estados Unidos es quien más destina recursos a I+D con \$456,977 millones, China gasta \$368,365.9 millones en I+D; México, Argentina, Sudáfrica y Chile son los que menos gastan con menos de \$12 mil millones. En la totalidad de los casos sujetos a análisis se observa claramente que la mayor parte del gasto en I+D es realizado por las empresas, si bien es cierto, como ya se ha mencionado repetidamente, que el incentivo de los agentes privados para invertir en I+D es la generación de beneficios económicos, no podemos limitar nuestro análisis a tal conclusión, por el contrario, debemos ir más allá y ver los beneficios que generan a la sociedad dichas empresas en su búsqueda de utilidades, recordemos los conceptos que introducía Romer en su modelo: “desbordamiento de los conocimientos” y “aprendizaje por la práctica”, la práctica y el aprendizaje, así como la difusión de los conocimientos son los desencadenantes del proceso de crecimiento de una economía.

Acorde con lo anterior el documento publicado por la ONU: “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”, es un plan de colaboración de distintas naciones que contempla el cumplimiento de una serie de objetivos en diversos temas que afectan el nivel de vida de los individuos, los temas que conjugan esta agenda para el desarrollo sostenible son de carácter social, económico y ambiental.

Por mencionar sólo algunos ejemplos, el objetivo número ocho de esta agenda (ODS 8), tiene como metas mantener al menos un crecimiento del 7% del PIB en países menos adelantados y mantener el nivel de ingreso per cápita, además de elevar los niveles de productividad mediante la modernización tecnológica y la innovación. El ODS 9, por su parte, tiene como fin el desarrollo de infraestructuras para coadyuvar al desarrollo económico y el bienestar humano, otra meta de dicho objetivo es aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales mediante el fomento a la innovación, el aumento del gasto y acrecentando el número de personas que trabajan en campos de I+D.

Si bien es cierto que el tema de la I+D como motor del desarrollo económico ocupa un lugar preponderante en la agenda de los organismos internacionales y que existen diversidad de estudios que sirven de evidencia empírica para sustentar los supuestos de los modelos de crecimiento endógeno, hay economías en donde el gasto en I+D es aun deficiente para poder producir resultados que sean tangibles a nivel de desarrollo económico.

Más allá de las teorías, toda vez que nos han dado un sustento para poder hablar de las ventajas del gasto en I+D como motor de crecimiento en el largo plazo y con marcados beneficios para el nivel de vida de los individuos, debemos indagar y analizar los estudios que han desarrollado algunos economistas que fungen como evidencia empírica para el presente análisis y que nos aportan información sólida para concluir acerca del desarrollo económico bajo los modelos de crecimiento endógeno.

IX. CONTRIBUCIONES DE LA I+D AL DESARROLLO ECONÓMICO

Finalmente, se retoman algunos artículos que coadyuvan en nuestro trabajo como referencias importantes de evidencia empírica al respecto de las contribuciones de la I+D al desarrollo económico, dichos textos nos aportan un mayor campo de análisis que atraer a nuestro estudio para ampliar las perspectivas acerca de la I+D en el ámbito tanto local como internacional, así como dar una pauta acerca de los elementos que se hacen necesarios para llevar más allá los resultados del presente trabajo.

Ríos y Marroquín (2012) en su artículo *Innovación tecnológica como mecanismo para impulsar el crecimiento económico. Evidencia regional para México*, realizan un estudio con la finalidad de analizar el papel de la innovación tecnológica en el crecimiento económico regional de México, para lo cual, mediante una propuesta de regionalización, utilizan 10 regiones del país seleccionadas en función de criterios de nivel de ingreso y especialización productiva, y desarrollan un análisis con base en una técnica de datos panel con respecto al PIB, la formación bruta de capital fijo, el salario y la inversión en I+D, el objetivo de su estudio es “determinar en qué medida la inversión en I+D propicia la innovación tecnológica y si un aumento en la innovación conduce a un aumento permanente en el PIB per cápita”. Según su análisis, el cual toma como base el modelo de Romer de crecimiento endógeno, la dinámica de los sectores productivos locales y la competitividad regional, son determinantes del crecimiento económico regional, además de que la diversidad en cuanto a actividades económicas de cada región sugiere distintos niveles de tasas de crecimiento. Los resultados de su estudio demuestran satisfactoriamente que un mayor nivel de innovación tiene efectos positivos en el PIB per cápita, aunque para lograr un crecimiento sostenido, los impactos de la I+D aún son pequeños. Vale

preguntarse ¿Cómo influye en este sentido el nivel de gasto que realiza México en I+D? como hemos visto, el gasto que se destina a I+D como % del PIB es inferior al 0.5%, aunado a la escasez de políticas que incentiven la I+D, resulta en un escenario desfavorable en el largo plazo, sin embargo, resulta necesario analizar las estadísticas desde otro punto de vista y observar la influencia en el desarrollo económico nacional.

Rivera y Caballero (2003) en su artículo *Los sistemas de innovación nacionales y la teoría del desarrollo*, explican la trascendencia de la innovación desde el enfoque del SIN (Sistema Nacional de Innovación), parten de la premisa de que la innovación, como resultado de la I+D de países desarrollados, se difunde a países atrasados en donde es adoptada de manera pasiva, hasta que surja nuevamente una innovación y se repita el ciclo, esto explica la existencia de brechas tecnológicas y de desempeño entre las economías, su propuesta de que “la tecnología es básicamente conocimiento” sustenta sus resultados y argumentan que los conocimientos, más allá de maquinaria y manuales técnicos, se caracterizan por el aprendizaje y el dominio de habilidades tecnológicas que permiten desempeñar un proceso productivo. Citan estudios que demuestran como los países en desarrollo adquieren ciertas habilidades tecnológicas que les permiten poner en funcionamiento procesos productivos, es decir, aprenden y adaptan la tecnología, y esto a su vez, les permite implantar procesos de actualización que requieren de mayor complejidad. “En el caso de las economías en desarrollo, el SIN se vincula estrechamente con la copia, adaptación e imitación de tecnologías establecidas por las naciones desarrolladas”, esto puede estrechar las brechas existentes entre las economías mediante el proceso de aprendizaje. Al exponer un ejemplo de lo anterior, hablan del caso Singapur y Corea, donde la brecha se ha estrechado de tal manera que los países originalmente receptores de

tecnología han desplazado a economías líderes en productos de alta tecnología. En suma, proponen estudiar el sistema de innovación de países en desarrollo mediante una visión que permita estudiar los flujos de conocimiento ya que la innovación da lugar a procesos de actualización que pueden provenir de la adopción de tecnologías. Se hace latente la importancia del capital humano como factor central del crecimiento a largo plazo, ya sea como parte del proceso de generación de ideas en temas de I+D o ya sea en la aplicación de conocimientos para adaptar las tecnologías a las condiciones productivas nacionales, donde “el activo más fuerte...es el conocimiento y el proceso más importante es el aprendizaje”.

Bañuls y Salmerón (2008) en su documento *Áreas clave para desarrollo económico y social: una visión desde la actividad prospectiva internacional*, analizan el impacto de los avances tecnológicos en el desarrollo de las economías, su análisis se centra en la implementación de la prospectiva tecnológica para facilitar la toma de decisiones y asignar prioridades a políticas científicas y tecnológicas, la prospectiva tecnológica es “el proceso envuelto en el intento sistemático de visualizar el largo plazo de la ciencia y la tecnología, la economía y la sociedad con el ánimo de identificar las áreas estratégicas de investigación así como la aparición de tecnologías genéricas y emergentes que den paso a los mayores beneficios económicos y sociales”, dicha prospectiva tiene un importante valor estratégico, ya que como una herramienta de anticipación permite gestionar la incertidumbre y promover acciones conjuntas en la consecución de estrategias innovadoras. Acerca de dicho proceso, que puede ser realizado por instituciones públicas, centros de investigación o empresas con base tecnológica, tiene sus antecedentes en Estados Unidos, sin embargo, no se consolidaron y quedaron en el olvido, posteriormente Bañuls y Salmeron exponen algunos ejemplos: el Instituto Japonés de Ciencia y Tecnología (NISTEP), inicia una

de las actividades prospectivas más representativas e importantes a nivel internacional, es un estudio prospectivo acerca del futuro de la ciencia y la tecnología de Japón. Francia y Alemania destacan en ser, también, economías pioneras en este tipo de estudios. Otros ejemplos de ello son Europa Occidental y la región Asia-Pacífico, influenciados por el caso japonés y alemán. Bañuls y Salmeron evidencian ejemplos adicionales acerca de la importancia de este tipo de estudios, es el caso de instituciones como son el caso del Instituto de Estudios de Prospectiva Tecnológica (IPTS) en la Unión Europea, el Centro de Prospectiva Tecnológica del área de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Finalmente, mediante un análisis de contenido los autores estudian una muestra de actividades prospectivas en el mundo, cuya fuente es una base de datos de un proyecto del ministerio alemán de educación e investigación, el proyecto FUTUR, el cual incluye un conjunto de las actividades prospectivas más relevantes en el ámbito internacional, su análisis arroja ciertas áreas clave para el desarrollo económico y social según la perspectiva de los procesos de prospectiva tecnológica: “Información y Comunicaciones (88.89%); Nanotecnología y Materiales (85.19%); Recursos y Energía (77.78%)”. En este contexto, la I+D figura ya no sólo como un determinante del desarrollo económico, sino como una actividad clave e imprescindible para bosquejar el futuro de las economías en temas urgentes de sustentabilidad y calidad de vida de los individuos.

Bart Los (2001), en su artículo publicado en la revista momento económico: *Crecimiento endógeno y cambio estructural en un modelo dinámico de insumo producto*, lleva a cabo un análisis de insumo producto (IP) cuyo propósito es “enriquecer la teoría del crecimiento endógeno”, así con la introducción de un modelo dinámico de IP incluye ciertas propiedades de la

teoría del crecimiento endógeno: innovación, difusión del conocimiento, entre otras, cabe mencionar que el modelo supone funciones de producción con coeficientes fijos en el corto plazo. A partir de esto, analiza, en un primer momento, algunas características de la teoría del crecimiento endógeno que son relevantes para presentar su modelo y desarrollar el comportamiento a largo plazo, el autor hace hincapié en la identificación de niveles óptimos de I+D por industria. Con una economía con factor trabajo constante, que posee tres industrias homogéneas en donde difieren con respecto a la tasa promedio de innovaciones, obtiene algunas conclusiones interesantes para nuestro análisis, por mencionar algunas, la industria uno representa una industria con tecnología de punta con una tasa de crecimiento que sobrepasa el 6%, en donde, su inversión en I+D representa una importante fuente de difusión de conocimientos hacia las otras industrias, además de que la I+D resulta en un incremento de la productividad lo que lleva a un aumento del consumo, en el mismo sentido, demuestra que las tasas de crecimiento de la productividad del factor trabajo no decrecen. Otra de las conclusiones del autor, al explicar el nivel óptimo de I+D, asevera que “un cambio hacia el consumo de bienes con tecnología de punta parece que traería un mayor crecimiento del PIB real, ya que una buena participación de la fuerza de trabajo estaría desempeñándose en actividades con alto crecimiento de la productividad”, de suceder lo anterior, afectaría positivamente la difusión de conocimiento hacia las industrias relacionadas. En suma, dicho modelo explica que los vínculos económicos y tecnológicos de las industrias juegan un papel importante en el crecimiento a largo plazo impulsado por la I+D.

Porter, Furman y Stern (2000) en su artículo *Los factores impulsores de la capacidad innovadora nacional: implicaciones para España y América Latina*, analizan, en torno al concepto de la capacidad innovadora nacional,

las fuentes de innovación que tienen un amplio potencial a nivel mundial y las que tienen un bajo rendimiento. “La capacidad innovadora es dependiente del nivel tecnológico y de la capacidad de la mano de obra de una economía, además de que refleja las condiciones de la inversión y las políticas, que alientan los incentivos de las actividades de investigación e innovación”. Los autores organizan su análisis con base en dos categorías, la primera incluye un grupo común de instituciones, políticas y recursos que respaldan la innovación, el segundo se refiere a la orientación hacia la innovación de grupos de clusters industriales interconectados. Así, sugieren que la productividad en I+D depende del nivel de conocimientos que una economía pueda utilizar en un proceso de innovación, además de que el nivel de actividad innovadora dependerá del número de personas cualificadas en ámbitos científicos y técnicos que se dediquen a la producción de nuevas tecnologías. La productividad de I+D también depende de las políticas (gasto en enseñanza superior, propiedad intelectual, etc.) y el nivel de inversión que se destine a esta causa. Su análisis relaciona el número de patentes de una economía con indicadores de la capacidad innovadora nacional (número de científicos a tiempo completo y gasto total en I+D), así como indicadores de políticas nacionales, además de otros tantos que engloban la orientación hacia la innovación de clusters industriales y la fuerza de los vínculos a través de variables compuestas, incluyendo una medida del grado de la I+D financiada por universidades y por el sector privado. Dicho análisis arroja conclusiones interesantes, el nivel de producción de innovación nacional es afectado significativamente por factores relacionados con el nivel de sofisticación tecnológica de un país (PIB per cápita), los recursos dedicados a la innovación, además de infraestructuras comunes de innovación, inversiones, políticas y protección a la propiedad intelectual. Posteriormente

con estos resultados calculan un índice de la capacidad innovadora nacional, Estados Unidos, Suiza, Japón, Dinamarca, Finlandia y Suecia tienen un alto índice de capacidad innovadora, Francia, Italia y Reino Unido han mantenido constante su ritmo, España presenta un ritmo de crecimiento alto de su índice de innovación con respecto a otros países de la OCDE. Con respecto a las economías latinoamericanas presentan un déficit, producto del aislamiento entre la enseñanza superior y la industria y su ligera participación en políticas científicas y nacionales. Finalmente, los autores realizan un nuevo cálculo entre las economías latinoamericanas, donde hallaron que la innovación de estas economías está influenciada por los mismos factores fundamentales que las primeras economías analizadas.

A manera de conclusión, nuestro análisis, nos permite percatarnos que, aunque cada uno de los autores se ha hecho de diferentes herramientas para analizar el tema de la I+D, todos ellos sugieren resultados similares: la I+D juega un papel fundamental en el desarrollo de las economías, más aun, la I+D es la parte central para enfrentar los retos a largo plazo en temas de energía, alimentación, salud, educación, cambio ambiental, etc.

X. CONCLUSIONES

El presente ensayo se inició con una diferenciación entre dos de los conceptos que mayor tiempo y análisis le han dedicado innumerables economistas: el crecimiento y el desarrollo económicos, nuestro interés se ha centrado en el desarrollo económico, entendido como una medida subjetiva del nivel de felicidad de los individuos, dado el grado de satisfacción a un conjunto de necesidades básicas. La primera parte del ensayo es una recapitulación acerca de la teoría neoclásica del crecimiento económico, específicamente se han revisado los supuestos básicos y las características de la función de producción, del modelo desarrollado por

Solow, con respecto a los determinantes del crecimiento económico en el horizonte del largo plazo. Lo anterior, nos da la pauta para diferenciar dos elementos clave en nuestro trabajo: el progreso tecnológico y el concepto de capital, esta diferenciación nos ha sido de ayuda para introducir a nuestro estudio un modelo de crecimiento endógeno, toda vez que sus supuestos y características coadyuvan para distinguir los alcances y limitaciones de la teoría neoclásica versus la teoría de crecimiento endógeno, de donde se obtienen importantes argumentos: el crecimiento endógeno al apartarse de ciertos postulados de la teoría neoclásica y al tomar en consideración un concepto más amplio del capital (tomando al conocimiento como un tipo de capital que funge como factor de producción de nuevos bienes y nuevos conocimientos), que toma la forma de progreso tecnológico, nos pone de manifiesto su relevancia como impulsor del crecimiento económico y como un tema de gran relevancia en toda política económica. En este punto, fijamos nuestra atención en el concepto de la I+D, sus características y sus formas, a partir del cual se ha desarrollado la teoría moderna del crecimiento, para puntualizar su trascendencia en el crecimiento económico continuado, es decir, el desarrollo económico. Cabe destacar que la I+D incuba conocimientos e innovaciones que se difunden y sus resultados se traducen en experiencia y aprendizaje que gesta nuevos conocimientos, a lo anterior se le atribuye el incremento de la productividad y el crecimiento económico. La I+D viene acompañada de un conjunto de políticas, inversiones, capacidades y condiciones nacionales, lo cual deriva en una serie de diferencias entre las economías, en suma, representa una externalidad donde la sociedad resulta beneficiada en un sentido acorde con el énfasis que cada economía haga a dicha actividad. Es así que surge la interrogante: ¿Cuánto invierten las economías en I+D? y para dar respuesta se ha recurrido a una comparativa del nivel de gasto en I+D que realizan

algunas economías, desde dos perspectivas: la primera, toma el gasto en términos absolutos, y, la segunda, como % del PIB, con datos del Instituto de Estadística de la UNESCO, de donde obtenemos valiosos datos que destacan el papel que juegan las empresas en cuanto al nivel de gasto que destinan a la I+D, figuran como las principales promotoras del progreso tecnológico impulsadas por la obtención de beneficios económicos, recordando que es a partir de la difusión de los conocimientos que se desencadena el crecimiento económico. En este mismo apartado se ha presentado información acerca de las actividades que realizan organismos internacionales, particularmente la ONU, con la finalidad de promover una serie de objetivos en temas de I+D para conformar una agenda de desarrollo sostenible en temas sociales, económicos y ambientales. Finalmente, se ha concluido con una revisión de trabajos que presentan evidencia empírica importante con respecto a la relevancia y contribuciones de la I+D en el desarrollo económico. El primero de ellos, *Innovación tecnológica como mecanismo para impulsar el crecimiento económico. Evidencia regional para México*, Ríos y Marroquín (2012), demuestra que un alto nivel de innovación tiene repercusiones positivas en el incremento del PIB per cápita, además de que evidencia que la difusión de los conocimientos se extiende favorablemente hacia las demás empresas incrementando su productividad, empero, los resultados demuestran que para que sean significativos los impactos de la I+D en el crecimiento a largo plazo se requiere que el grado de innovación tenga una gran magnitud. En segundo lugar, se presenta el artículo *Los sistemas de innovación nacionales y la teoría del desarrollo*, Rivera y Caballero (2003), en donde se señala la relevancia de los SIN como un elemento clave para países en desarrollo, donde algunas de las actividades centrales de I+D son de utilidad para la adopción de tecnologías extranjeras y su adaptación a las condiciones nacionales, lo cual, mediante

el aprendizaje y dominio de estas tecnologías, permite alcanzar el crecimiento económico. En tercer lugar, se analiza el trabajo *Áreas clave para desarrollo económico y social: una visión desde la actividad prospectiva internacional*, Bañuls y Salmerón (2008), en donde se hace manifiesta la importancia de identificar áreas clave en ciencia y tecnología con una visión de futuro, como herramienta a nivel estratégico para plantear soluciones a las problemáticas nacionales y centrar la atención en áreas relevantes para el desarrollo económico y social. En cuarto lugar, el estudio de *Crecimiento endógeno y cambio estructural en un modelo dinámico de insumo producto*, Bart Los (2001), mediante un modelo de insumo producto y contrastando una economía con tres industrias con diferentes niveles de inversión en I+D demuestra que la industria con mayor gasto en I+D es una gran fuente de difusión de conocimientos hacia las demás industrias, además de que el consumo de bienes de alta tecnología trae consigo una mayor tasa de crecimiento del PIB real, al ser actividades con altos índices de productividad. Finalmente, el trabajo *Los factores impulsores de la capacidad innovadora nacional: implicaciones para España y América Latina*, Porter, Furman y Stern (2000), al introducir el concepto de capacidad innovadora nacional como una fuente de innovación de alto potencial para las economías, exhiben elementos necesarios (como son políticas, instituciones, infraestructuras, protección de propiedad intelectual y niveles de inversión) que funcionan como respaldo a la actividad innovadora, y al realizar un cálculo de dicha capacidad para ciertas economías, revelan que estos elementos que giran en torno a la capacidad innovadora nacional afectan significativamente el nivel de innovación.

Como se ha expuesto, la I+D figura como uno de los grandes determinantes del desarrollo económico a nivel global, más allá de los beneficios que genera en la calidad de vida de los individuos y en la productividad de las

economías, representa uno de los pilares fundamentales a largo plazo para la vida del ser humano y el mejoramiento de esta con respecto a su medio ambiente, los retos de la humanidad hoy en día se enfocan en la creación de políticas y la aplicación de la I+D para desarrollar ideas concernientes a enfrentar los retos mundiales energéticos, alimentarios, así como la crisis medioambiental, ello representa un esfuerzo conjunto y se hace necesaria la participación activa de los agentes económicos desde sus diferentes esferas: gobierno, empresa, académica y la participación de los organismos internacionales para encausar dichos esfuerzos.

XI. CONSIDERACIONES FINALES

Este escenario representa una pauta para ahondar en el análisis de los determinantes del desarrollo económico e ir más allá, es necesario analizar los datos concernientes a la I+D y observar cómo influyen en las estadísticas del desarrollo económico, incluso con el seguimiento de los programas aquí señalados para observar los resultados de las políticas en cuanto a la I+D sugeridas por los organismos internacionales, además es importante complementar esta labor con la aplicación de otras herramientas de análisis que nos conduzcan en la búsqueda de resultados que se adapten a los nuevos retos de los que se ha hecho mención.

Una vez agotado este análisis, surge la necesidad imperiosa de continuar esta labor, con un trabajo ulterior, que permita determinar estadísticamente la significancia de la investigación y el desarrollo en el crecimiento económico, para un grupo de economías con diferentes niveles de gasto en I+D, y que a su vez nos permita contrastar como repercuten los factores que acompañan a la I+D (inversión, infraestructura, protección intelectual, políticas, etc.) en el grado de innovación de las economías.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Abel, Andrew B. y Bernanke, Ben S. (2004). *Macroeconomía*. España. Pearson.
- Bañuls Silvera, Víctor Amadeo y Salmerón Silvera, José Luis. (2008). *Áreas clave para desarrollo económico y social: una visión desde la actividad prospectiva nacional*. Problemas del Desarrollo Revista Latinoamericana de Economía vol. 39 núm. 153, 139-157.
- Bellavista, Joan y Renobell, Víctor. (2011). *Ciencia, tecnología e innovación en América Latina*. Barcelona. Publicaciones de la Universitat de Barcelona.
- Blanchard, Olivier. (2006). *Macroeconomía*. España. Pearson.
- Bresser-Pereira, Luiz Carlos. (2016). *La nueva teoría desarrollista: una síntesis*. Economía UNAM vol. 14 núm. 40, 48-66.
- Cantwell, John y Mowery, David. (2013). *Knowledge, Innovation and Internationalisation. Essays in honour of Cesare Imbriani*. USA. Routledge.
- De Long, J. Bradford. (2003). *Macroeconomía*. España. Mc Graw Hill.
- Del Valle Rivera, María; Mariño Jaso, Ana y Núñez Ramírez, Ismael. (2013). *Ciencia, tecnología e innovación en el desarrollo de México y América Latina. TOMO I. Desafíos de la ciencia, la tecnología y la innovación. Desarrollo, educación y trabajo*. México. UNAM-IIE.
- Dornbusch, Rudiger. (2015). *Macroeconomía*. México. Mc Graw Hill.
- Carrillo Huerta, Mario M.; Cerón Vargas, José A. y Reyes Hernández, Miguel S. *Análisis del crecimiento económico*. (2007). México. IPN.
- LeRoy Miller, Roger. (1995). *Macroeconomía moderna*. México. Harla.
- Los, Bart. (2001). *Crecimiento endógeno y cambio estructural en un modelo dinámico de insumo producto*. Momento Económico núm. 114, 2-28.
- Mankiw, N. Gregory. (2007). *Macroeconomía*. España. Antoni Bosch.
- Moreno Brid, Juan Carlos. (2013). *Política Macroeconómica para el Desarrollo*. Economía UNAM vol. 10 núm. 30, 20-30.
- OCDE. (2002). *Manual de Frascati. Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*. París. FECYT. Recuperado de http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/ManuaFrascati-2002_sp.pdf

- OCDE. (2006). *La administración del conocimiento en la sociedad del aprendizaje. Educación y aptitudes*. Colombia. Mayol Ediciones S.A.
- Porter, Michael E.; Furman, Jeffrey L. y Stern Scott. (2000). *Los factores impulsores de la capacidad innovadora nacional: implicaciones para España y América Latina*. Recuperado de http://www.academia.edu/2917982/Los_factores_impulsores_de_la_capacidad_innovadora_nacional_implicaciones_para_Espa%C3%B1a_y_Am%C3%A9rica_Latina
- Ríos Bolívar, Humberto y Marroquín Arreola, Juan. (2012). *Innovación tecnológica como mecanismo para impulsar el crecimiento económico. Evidencia regional para México*. Contaduría y Administración, 58 (3), 11-37.
- Rivera Ríos, Miguel Ángel y Caballero Hernández, René. (2003). *Los sistemas de innovación nacionales y la teoría del desarrollo*. Problemas del Desarrollo Revista Latinoamericana de Economía vol. 34 núm. 134, VII-IX, 9-31.
- Romer, David. (2006). *Advanced Macroeconomics*. New York. Mc Graw Hill.
- Sala-i-Martin, Xavier. (2000). *Apuntes de crecimiento económico*. España. Antoni Bosch.
- Samuelson, Paul A. y Nordhaus, William D. (2010). *Economía con aplicaciones a Latinoamérica*. México. Mc Graw Hill.
- Salvadori, Neri. (2003). *The theory of economic growth. A 'classical' perspective*. United Kingdom. Edward Elgar Publishing.
- Sloman, John. (1997). *Introducción a la macroeconomía*. España. Prentice Hall.
- UNESCO. (2015). *UNESCO SCIENCE REPORT Towards 2030*. Segunda edición. Luxemburgo. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002354/235407e.pdf>
- UNESCO. (2010). *Medición de la Investigación y el Desarrollo: Desafíos Enfrentados por los Países en Desarrollo*. Canadá. ICAO Montreal. Recuperado de [http://www.uis.unesco.org/Library/Documents/TechPaper5_RD_SP_finalwc%20\(2\).pdf](http://www.uis.unesco.org/Library/Documents/TechPaper5_RD_SP_finalwc%20(2).pdf)
- World Bank. 2016. *World Development Indicators 2016*. Washington, DC: World Bank. Recuperado de <http://data.worldbank.org/products/wdi>