

INNOVACION Y DESARROLLO ECONOMICO: REVISIÓN TEORICA, ANÁLISIS EMPÍRICO Y MODELO DINAMICO

ABSTRACT

En este documento se hace una revisión de las aproximaciones teóricas sobre las dinámicas de innovación y como pueden o no explicar los procesos de crecimiento acelerado de un grupo de países así como el estancamiento en niveles de desarrollo incipientes en otros. Se propone un aproximación sistémica alternativa la cual se apoya en modelos de dinámica de sistemas que nos permiten simular, discutir, explicar y aprender de los efectos de las dinámicas de innovación en los procesos de crecimiento y el desarrollo de las sociedades.

Se plantea que las aproximaciones actuales a la discusión de innovación no explican de manera suficiente lo que ha ocurrido en los países con crecimiento acelerado y no permiten proponer acciones que induzcan esas mismas dinámicas en los países en desarrollo. De otra parte, una aproximación sistémica a la discusión, y apoyada por modelos de dinámica de sistemas nos permiten estudiar y evaluar las dinámicas de innovación de manera tal que podemos explicar los comportamientos cibernéticos y las realimentaciones propias en ellas.

PALABRAS CLAVES: Innovación, Desarrollo, Desarrollo Económico, Nueva Teoría del Crecimiento, Cambio Tecnológico, Teoría Evolucionista, Teoría Neoschupeteriana.

1. Introducción

Desde las primeras discusiones sobre la riqueza de las naciones y sus niveles de desarrollo, la innovación y la tecnología han sido argumentos centrales para explicarlos. La conclusión aceptada de manera general la podríamos resumir en la cita de dos de los expertos mas reconocidos en uno de sus textos mas importantes: “El avance tecnológico es un poderoso instrumento para el progreso humano” (Nelson & Winter 1977) p 181. Y lo evidente es que estamos mas en medio de paradojas como la presentada por North: “¿Como explicamos la persistencia de la pobreza en medio de la abundancia? Si conocemos las fuentes de la abundancia ¿por que los países pobres no se limitan a adoptar las políticas que contribuyen a ella?.... Debemos crear incentivos para que las personas inviertan en una tecnología mas eficiente, tengan una mejor preparación y organicen mercados mas eficientes. Estos incentivos se encarnan en las instituciones”. Douglas C. North, 2000, citado en la p 1.(Banco Mundial 2002).

Pareciera ser que no tenemos ni tan resuelto el asunto de “...las fuentes de la abundancia....” que sugiere North, ni que el avance tecnológico por si solo sea la clave, y tampoco que el medio sean los incentivos encarnados en instituciones.

De hecho, los países en vía de desarrollo han seguido con cuidado “la cartilla” de carácter institucionalista que indicaba la formalización y apoyo de sus sistemas nacionales de innovación y sus sistemas de ciencia y tecnología, instituido formalmente agencias estatales y los planteamientos sobre la prioridad de la ciencia y la tecnología se encuentran en los informes, las políticas, y en el discurso de los dirigentes pero sin duda hay elementos claves, mas ligados a la innovación, que no han sido juiciosamente dilucidados.

Un aporte en esa dirección encontramos que puede ser el trabajo de Richard Nelson y Howard Pack para el Banco Mundial: *The Asian Miracle and the modern Growth Theory*. En donde proponen: “El milagro asiático es explicado por los emprendimientos, la innovación y el aprendizaje. Son los factores significativos en el rápido crecimiento de los tigres asiáticos. p1.” (Nelson & Pack 1998).

En este documento se pretende profundizar en esta línea de discusión, haciendo un revisión de las aproximaciones teóricas sobre las dinámicas de innovación y como pueden o no explicar los procesos de crecimiento acelerado de un grupo de países así como el estancamiento en niveles de desarrollo incipientes en otros. Se propone un aproximación sistémica alternativa la cual se apoya en modelos de dinámica de sistemas que nos permiten simular, discutir, explicar y aprender de los efectos de las dinámicas de innovación en los procesos de crecimiento y el desarrollo de las sociedades.

2. La discusión sobre la tecnología, la innovación y el desarrollo.

En los últimos años ha aumentado el interés por el estudio económico del proceso de innovación, en gran parte como consecuencia del resultado de diversos estudios, que demuestran que la competitividad de las empresas, el crecimiento económico y, por tanto, la calidad de vida de un país están estrechamente relacionados con su capacidad para introducir con éxito innovaciones tecnológicas. (Landau Ralph 1991) (Banco Mundial 2002; CEPAL 2002; Freeman 1998; Gomez 2002a)

La discusión en torno a innovación y cambio técnico ha tenido dos influencias muy definidas. Una de ellas, la corriente neoclásica fundada en la propuesta de Solow sobre cambio técnico publicada inicialmente en 1956, en el cual se atribuye al cambio técnico la explicación del residuo (llamado “residuo de Solow”), en las regresiones econométricas sobre factores de producción y las series de crecimiento del Producto. (SOLOW 1956; SOLOW 1994). Otra corriente tiene sus orígenes en Schumpeter y su discusión sobre la innovación y su efecto en el desarrollo. (Schumpeter 1983). Para la primera el cambio era exógeno y para la segunda los orígenes del proceso eran microeconómicas y estaban articuladas por el “empresario innovador”.

Nuevos aportes que, a principios de los años noventa, empezaron a considerar el papel de la tecnología en el crecimiento económico y sus efectos sobre la competitividad de las empresas se conocen como modelos de "crecimiento endógeno". En estos nuevos modelos la tecnología era una variable endógena, de manera que dejaba de ser "maná caído del cielo" -termino usado por Freeman- para convertirse en el resultado de las decisiones de las empresas que, utilizando los conocimientos científicos disponibles, invierten en actividades de I+D para conseguir desarrollar innovaciones comercializables en el mercado (Romer, 1990, es buen ejemplo de estos modelos).

Sanjaya Lall, uno de los expertos en los procesos de desarrollo acelerado en el sudoeste asiático, en su trabajo: "Creación de la ventaja comparativa: el rol de la política industrial" (LALL 1996) dice: "Repetidamente se ha argüido que el crecimiento económico sostenido generalmente depende de la productividad. A su vez, el crecimiento de la productividad, a nivel agregado, esta compuesto de dos factores. En primer lugar, refleja el cambio de dirección de la estructura de producción hacia actividades con mas altos niveles de productividad. Y en segundo termino, señala el crecimiento de la productividad en actividades determinadas" p 117. "En los años 80s se discutía ampliamente que el modelo de desarrollo exportador del este asiático, probaba la validez de las prescripciones neoclásicas. Era generalmente aceptado que la orientación hacia afuera era un sinónimo de comercio y políticas industriales liberales, se asumía que el éxito de estos países comprobaba los beneficios de la asignación de recursos manejada por el mercado. Esta línea de argumento ha sido demolida completamente por la evidencia. La ultima, en una línea de publicaciones sugiere por una parte, que no hay un único "modelo del este asiático" y por la otra, que en muchos de estos países, existieron numerosas intervenciones selectivas y funcionales. Estas son las conclusiones de estudio del Banco Mundial (1993) sobre el milagro del este asiático." p 138

En esta discusión es relevante el trabajo de Nelson y Pack para el Banco Mundial: The Asian Miracle and the modern Growth Theory.(Nelson & Pack1998). Allí discuten el concepto de la nueva teoría del crecimiento. En el documento plantean: El milagro asiático es explicado por los emprendimientos, la innovación y el aprendizaje. Son los factores significativos en el rápido crecimiento del los tigres asiáticos. p1. Plantean que las teorías acerca del milagro asiático se pueden dividir en dos grupos: Las teorías "acumulacionistas" (en donde estarían inscritas la tradición neoclásica y las aproximaciones macroeconómicas de la corriente de Solow) que enfatizan el papel de las inversiones de capital y sus efectos en la función de producción de estos países. Si los países hacen inversiones y consiguen los recursos, el desarrollos se darán a continuación. Y las teorías "asimilacionistas" (claramente de la corriente schumpeteriana) que enfatizan los emprendimientos la innovación y el aprendizaje. Estas ven la inversión en capital físico y humano como esenciales pero insuficientes si no tiene un proceso de asimilación.

Una perspectiva útil y que podría integrar las diferentes inquietudes es una teoría sistémica del crecimiento en la que las experiencias recientes de procesos de crecimiento acelerado se explican por el papel de la innovación, los emprendimientos y la capacidad de asimilación (de la propuesta asimilacionista) y se integran a la discusión los aspectos institucionales, sociales y macroeconómicos. En esta línea está el trabajo de Gómez “El desarrollo construido desde los individuos y sus organizaciones sociales” (Gomez 2002a). En este se hace un estudio detenido de las teorías del desarrollo y el crecimiento y sugiere, sustentado en modelos matemáticos y simulaciones, que estas dinámicas es posible “inducirlas” desde proyectos que jalonen la innovación.

Dos trabajos empíricos del mismo autor: “La productividad y la innovación en los procesos de desarrollo”(Gomez 2002b) y “Los Procesos de desarrollo en el mundo” (Gomez 2002c) hacen un recorrido en torno a las políticas, la innovación, los cambios tecnológicos, las transformaciones en el ingreso, el consumo y la productividad en los países de crecimiento acelerado y sus comparativos con países latinoamericanos con procesos de crecimiento lento. La conclusión que se propone en estas indagaciones es que el desarrollo en estos países fue inducido por proyectos de emprendimiento que jalonaron dinámicas sistémicas de transformación y crecimiento.

Aunque se sugiere por los diferentes autores citados el papel preponderante de la innovación, se requiere de una discusión más detenida sobre las interacciones en torno a las cuales esta se da y las dinámicas de crecimiento que esta induce, que posibiliten la comprensión de los procesos en torno a los cuales se podría inducir el desarrollo de los países.

3. Las aproximaciones teóricas a las dinámicas de innovación: Demand pull & Technology Push

Una discusión que ha permanecido es la que trata sobre el origen y el incitador del proceso innovativo. Inicialmente las propuestas teóricas se orientaron a explicar que las innovaciones y el cambio tecnológico se daban por la existencia de condiciones tecnológica adecuadas. Dadas estas, se “empujaría” el cambio tecnológico y la innovación se daría. Algunos autores sostienen incluso que la propuesta schumpeteriana es en esencia “push”, dadas las condiciones emergerían los emprendimientos empresariales. La experiencia empírica respalda con una gran cantidad de casos esta aproximación, ejemplos que van desde el automóvil hasta la industria microelectrónica indican su pertinencia para explicar esas dinámicas.

Una segunda corriente sostiene que la innovación existe en cuanto el mercado la ha demandado y que este es determinante en la dinámica de surgimiento y consolidación del cambio tecnológico y la innovación. Igualmente plantean que el desarrollo de los mercados fueron los que impulsaron realmente industrias como la de fabricación de automóviles, productos electrónicos o desarrollo de software.

Nelson y Winter, en su paper "En busca de una teoría útil de la innovación" (Nelson & Winter 1977) anotan "El cambio tecnológico se agrupa en dos estrategias, Demand pull y technology push, Pavit 1971, Freeman 1974. Sin embargo, ambas categorías parecen ingenuas, una estrategia que implica una mayor realimentación entre las consideraciones de demanda y oferta puede ser mas provechosa. p 200.

Freeman (Freeman 1998) sostiene que una de las principales y más antiguas controversias del análisis económico de la innovación es el debate entre las teorías del empuje de la tecnología (*technology push*) y las del tirón de la demanda (*demand pull*). Según las primeras, los avances científicos estimulan la innovación, ya que los nuevos hallazgos ofrecen la posibilidad de crear nuevos productos y procesos. Las segundas afirman que las innovaciones se generan como respuesta al estímulo de la demanda. Sin embargo, las investigaciones de los últimos años han dejado atrás la controversia entre ambas teorías, eliminando la concepción de la innovación como un proceso lineal y reconociendo que se trata de un proceso rico y complejo, en el que se producen diversas interacciones tanto en la generación de la innovación como en su difusión

En una revisión de esas nuevas investigaciones, Yépes en: ¿De donde vienen las ideas que alimentan la innovación?(Yepes C 2001) hace un estudio de estas propuestas, presenta y discute los modelos lineales de innovación (*technology push*), el de Jalonamiento de mercado, y el evolutivo: las innovaciones evolucionan con el perfeccionamiento de la tecnología y la realimentación de los usuarios. Rothwell y Gardiner en *Invention, Innovation, Re-innovation and the role of the users: A case of study of British Hovercraft Development* (Rothwell & Gardiner 1985) presentan el modelo evolutivo como alternativa al los modelos de jalonamiento de mercado o empuje tecnológico.

El modelo Evolutivo propuesto por Rothwell y Gardiner plantea que el producto evoluciona progresivamente luego de su primera versión en el mercado. El punto central de estudio de Rothwell y Gardiner es el rol del usuario durante el proceso evolutivo de innovación tecnológica. Su tesis es que este papel cambia a medida que la innovación evoluciona: Durante la etapa inventiva, el usuario promedio, debido a su bajo conocimiento e interacción con la nueva tecnología, inicialmente dará poca información. Sin embargo, esa información, recogida y evaluada es la base para la consolidación de la innovación.

Freeman explica que en las primeras etapas de una auténtica innovación radical, los *inputs* científicos y tecnológicos probablemente predominarán, aunque no den el impulso inicial. Cita a Katz y Phillips (1982) diciendo que han mostrado que en los principios de la computadora electrónica (posiblemente la innovación más importante del siglo XX) el empuje de la ciencia y la tecnología predominó e incluso empresarios tan capacitados como T.J. Watson (Senior) mantuvieron que no había ni habría demanda de mercado. Señala que otros estudios (p.e., Molina, 1989, 1990) han mostrado que el papel de la ciencia fue también fundamental en

el origen y la configuración de innovaciones radicales posteriores en la industria de los ordenadores.

A pesar de todo, en los años sesenta y setenta las teorías de la innovación basadas en la demanda tuvieron un impacto considerable sobre los responsables de las políticas. Freeman cita los trabajos empíricos sobre más de 500 innovaciones realizado por Myers y Marquis (1969) el que pareció justificar la aproximación del tirón de la demanda, y el de Schmookler (1966) que dio una justificación histórica más sofisticada: no negó completamente el papel independiente de la investigación científica básica, pero trató de demostrar, mediante un concienzudo uso de las estadísticas de patentes de Estados Unidos, que normalmente los picos y los valles de la actividad *inventiva* se retrasaban respecto a los picos y los valles de la actividad *inversora*. De esta observación dedujo que el principal estímulo a la invención y a la innovación venía del patrón cambiante de la demanda medido por la inversión en nuevos bienes de capital en diversas industrias.

Sostiene Freeman que sin embargo, el golpe de gracia vino de la mano de Mowery y Rosenberg (1979) en su demoledor artículo *Market demand and innovation*. Mostraron que los estudios empíricos de la innovación, que se citaban a menudo para apoyar el tirón de la demanda, no justificaban sus conclusiones y que, de hecho, los mismos autores rechazaban esta interpretación (p.e., Langrish *et al.*, 1972; Freeman, 1974). Mowery y Rosenberg señalaron la confusión en la literatura entre "necesidades" y "demanda" y entre "demanda potencial" y "demanda efectiva": dado que las "necesidades" humanas son extremadamente diversas y a menudo están insatisfechas durante largos períodos, no pueden explicar por sí mismas la emergencia de innovaciones particulares en un determinado momento.

Otros aportes han surgido en esa misma dirección. Turiago en Temas de Innovación Tecnológica (Turiago 2002) expone el modelo dinámico de innovación propuesto por Utterback y Abernathy en 1978. Este propone tres fases, una muy fluida en donde el desarrollo de productos antecede la posterior aplicación de la nueva tecnología a nuevos procesos. En ella la rata de innovación es alta. Una fase de transición en donde la rata de innovación cae de manera continua. En ella las innovaciones son dominantes en los procesos y sus efectos se evidencian en la reducción de costos. La tercera fase la denominan específica, en ella los mercados adquieren características oligopólicas y las innovaciones son altamente sofisticadas e intensivas en capital. P 166 172

Se propone que la innovación no se debería ver como un proceso lineal, ya sea encabezado por la demanda o por la tecnología, sino como una compleja interacción que vincula a los usuarios potenciales con los nuevos desarrollos de la ciencia y la tecnología. La innovación es un proceso de conversación social que va recreando las necesidades y soluciones.

En este proceso la difusión juega un papel central. La mayoría de estudios

empíricos demuestran que los nuevos productos y procesos normalmente cambian de manera considerable durante su difusión. Los primeros modelos de los años cincuenta y sesenta que tendían a asumir que un producto que no cambiaba se difundía en un entorno que permanecía sin cambios han sido desplazados por modelos más complejos, aunque el mismo Schumpeter reconocía estas dinámicas cuando señalaba que la importancia de la industria automovilística no se habría convertido en un elemento transformador tan potente y hubiera seguido siendo lo que era a principios de siglo si no hubiera conseguido transformar las condiciones del entorno -carreteras entre ellas- para su propio desarrollo.

¿De que manera y que tanto pueden explicar estas aproximaciones los procesos de crecimiento acelerado o de estancamiento de los países? Inicialmente los países no tienen una base tecnológica adecuada. La propuesta del “technology push” sugeriría invertir en la base científica y tecnológica de los países. Un aproximación desde el “demand pull” sugeriría por el contrario actuar desde las demandas potenciales para los productos y las capacidades existentes. La aproximación evolutiva integraría a la atención de demandas de productos actuales una evolución progresiva a productos de mayor valor y complejidad lo que necesariamente estaría sujeto a las fases propuestas por Abernathy y Turiago y dentro de las dinámicas de difusión.

4. La Evidencia Empírica en los Procesos de Crecimiento Acelerado y de Estancamiento.

La innovación tiene un carácter relativo (OCDE 1993; OCDE 1997). Para un país o una sociedad es nuevo aquello que no tiene, o no hace. Para efectos de este trabajo, se entenderá la innovación como la introducción, en la actividad económica de un país, de nuevos productos y servicios que antes no se generaban en esa sociedad. Y la productividad, en su sentido más amplio, se entiende como la capacidad de generación de valor que tienen los individuos de una sociedad.

En una serie de trabajos se hizo una revisión del comportamiento de un grupo de países, desde esta perspectiva de la innovación (Gomez2002b; Gomez2002c). Se realizó un análisis descriptivo de los procesos de desarrollo de diferentes países: Alemania, Singapur, Japón, Irlanda, España, Estados Unidos, Rusia, Corea, Taiwán, Hong Kong, Hungría, Bulgaria, Vietnam, Chile, México, Brasil y Colombia; con el objetivo de conocer cuál ha sido el papel de la productividad y la innovación en el desarrollo económico de cada uno de estos, y la influencia de estas sobre los resultados, tanto económicos como sociales.

Se encontró que los países que tuvieron procesos de crecimiento acelerado en algún periodo de su historia habían logrado mejoras significativas en términos de innovación –progresos técnicos que incluyen los avances tecnológicos, y la introducción de nuevos productos-. Se observaron mejoras continuas de la productividad, obtuvieron un notable aumento y diversificación de sus

exportaciones y altas tasas de crecimiento económico. Esas altas tasas de crecimiento, reflejadas en elevados niveles de ingreso per cápita, significaron la transformación del consumo. Y de manera sistémica, todo este proceso condujo a importantes transformaciones sociales.

Las fuentes consultadas para la elaboración de estos trabajos fueron estudios realizados por distintas organizaciones, nacionales e internacionales, públicas y privadas, y pertenecientes a la academia, entre los cuales cabe destacar: Banco Mundial, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Fondo Monetario Internacional, CEPAL y Centros de Productividad e instituciones estadísticas de los distintos países. Buena parte de ellas fue consultada a través de la WEB.

Se observó que la asimilación de la innovación es un determinante fundamental del crecimiento a largo plazo de la productividad. Sus efectos no solo dependen de su incidencia en las ramas productivas intensivas en el uso de las nuevas tecnologías sino también, en gran medida, de la capacidad del tejido empresarial para incorporar los avances en el conocimiento, absorber el progreso técnico y adaptar sus procesos productivos, la gestión de los recursos humanos y las estrategias corporativas.¹

El grupo de países escogido deliberadamente no es homogéneo, pues incluye economías de alto ingreso (USA, Japón, Singapur, Irlanda), de ingreso medio (España, Corea, Hungría), y de medio bajo (Brasil, Colombia, México y Chile), con todo lo que esta clasificación implica en términos de las diferentes fases de desarrollo por las que atraviesan los países. Además, estos presentan sistemas de gobierno y culturales muy diferentes.

De los países Japón y los llamados tigres asiáticos, han tenido procesos de desarrollo exitosos, con resultados muy significativos en términos de crecimiento, diversificación de las exportaciones, y beneficios sociales. El mayor crecimiento económico registrado por el Japón se dio después de la segunda Guerra mundial hasta finales de la década de los 70, cuando la economía expandió 55 veces. Singapur por su parte, experimentó altas tasas de crecimiento un poco más tarde en 1960, las cuales se extendieron hasta el año 1991, y fueron de un 8.25% promedio anual; en ese mismo período, el crecimiento del PIB per cápita fue más rápido en Singapur (6.25%) que en cualquier otro país de Asia, a excepción de Corea del Sur. Tanto Singapur como Japón, son economías que hoy se encuentran en la etapa de Innovación en la frontera tecnológica, por lo cual sus exportaciones están compuestas mayoritariamente por bienes intensivos en tecnología y en capital humano. No obstante, Japón presenta hoy día algún retraso, en comparación con Singapur, Estados Unidos y varios países de Europa, en lo que tiene que ver con la tecnología de la información.

Al igual que Japón y Singapur, el notable desempeño de la economía irlandesa, se ha hecho merecedor del calificativo de “milagro”, y es comparado con esos países

¹ Informe Anual 2001. Banco de España.

como el “tigre celta”. A pesar de que Irlanda emprendió un proceso de industrialización tardío en comparación con el promedio Europeo, Japón y Singapur, en una década esta pasó de ser una economía intensiva en recursos naturales (con un papel protagónico de la agricultura), a una economía intensiva en tecnología y conocimiento, con una fuerte orientación exportadora. Entre 1987 y el año 2000, la economía irlandesa creció a una tasa promedio anual del 7%, entre 1995 y 2001 creció a más del 10% y alcanzó tasas hasta del 11.5%.

España, tal como Irlanda, inició un proceso de industrialización tardío, que fue impulsado por la vinculación a la Unión Europea en 1987, y a pesar de que ha presentado un crecimiento importante (el PIB per cápita creció aproximadamente 11 veces entre 1970 y el 2000), las tasas han sido inferiores a las registradas en la economía irlandesa. La estructura de la economía española que estaba basada en manufactura básica, cambió hacia manufactura intensiva en tecnología.

Para los cuatro países de América Latina, se analizó principalmente la década de los noventa, en la que tuvieron lugar profundas reformas, casi de manera simultánea. Aunque no se puede hablar de milagro económico en ninguno de los países latinoamericanos, sí puede destacarse un caso relativamente exitoso, Chile. Este, al igual que Colombia y Brasil, adoptó un modelo basado en actividades procesadoras de recursos naturales, es decir, industrias que hacen uso intensivo de recursos naturales, con mucho capital y poca mano de obra; sin embargo, fue el único –de los tres- que mostró una notable convergencia con el mundo desarrollado, expresado en altas tasas de crecimiento (7.6% promedio anual entre 1985-1997), aumento del empleo y de sus exportaciones. La principal causa de esto, es el esfuerzo en la economía chilena por incorporar un mayor valor agregado a sus productos, aumentando substancialmente las exportaciones de manufacturas, servicios y tecnología.

En Brasil y Colombia los procesos desencadenados desde finales de los ochenta, y reforzados con las reformas de la década de los noventa, fueron muy similares. Las tasas de crecimiento tanto del PIB como el PIB per cápita tuvieron poco dinamismo en comparación con Chile y México, el desempleo creció en el largo plazo, y la industria perdió participación dentro del PIB, en tanto que no se puede hablar de su diversificación.

El caso de México es bien distinto. El modelo adoptado en este país se basa en un patrón de especialización productiva en el que predominan industrias ensambladoras de aparatos electrónicos, de computadores y vestuario, principalmente para el mercado estadounidense. Durante la década del noventa las exportaciones se diversificaron, lo cual se puede ver en la importante caída de la participación de los productos primarios, y en la creciente participación de los productos de alta tecnología.

Las diferencias en el desarrollo, expresadas hasta ahora, pueden verse en el Gráfico 1: en términos del PIB per cápita, existe una amplia brecha entre los países latinoamericanos, y los dos asiáticos. Pero esto no siempre fue así, en el

año 1970, tal como aparece en el gráfico, entre los países latinoamericanos y los asiáticos las diferencias en los niveles del PIB per cápita no eran tan grandes: el rango del PIB para estos países estaba entre 372 y 1.953 US\$ (valores correspondientes a Colombia y Japón), en tanto que para 1998 este rango se amplió entre 2.523 y 29.956 US\$.

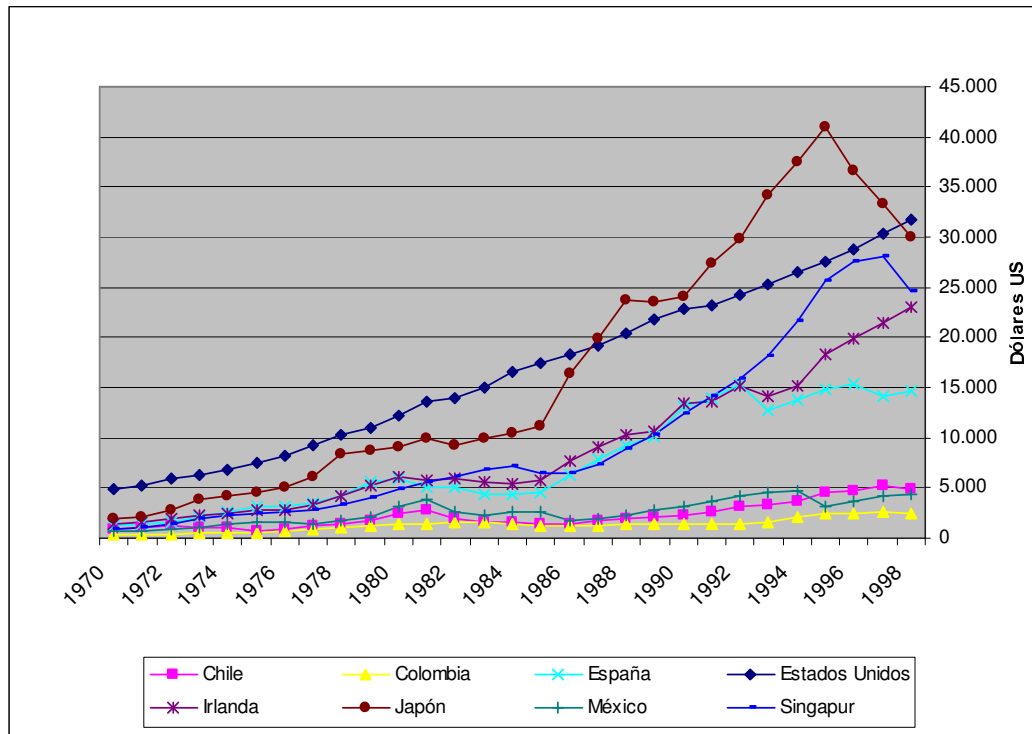


Gráfico 1

Evolución comparada del PIB per cápita

Fuente: Los autores con información de Monthly Bulletin of Statistics On-Line. United Nations

La orientación exportadora de todos los países como estrategia de crecimiento, necesitó de profundas transformaciones en los aparatos productivos, para lo cual fueron necesarias estrategias orientadas a incrementar la productividad, entre ellas las relacionadas con la innovación. Todas esas estrategias estuvieron sustentadas y respaldadas en políticas industriales que daban respuesta a las necesidades y desafíos de cada fase del desarrollo.

La productividad y la innovación no son factores que las economías exitosas (Japón, Singapur e Irlanda) hayan impulsado después de que cerraron su brecha con relación al mundo desarrollado, son factores que estuvieron presentes a lo largo de todo el proceso. Desde las primeras fases de su industrialización, es decir, desde aquellos momentos en los cuales la industrialización estaba orientada hacia actividades intensivas en mano de obra, los gobiernos de Japón y Singapur, tenían conciencia de la importancia de las mejoras en la productividad, y dirigieron políticas para promover los determinantes de esta, Como se observa en los gráficos 2 y 3.

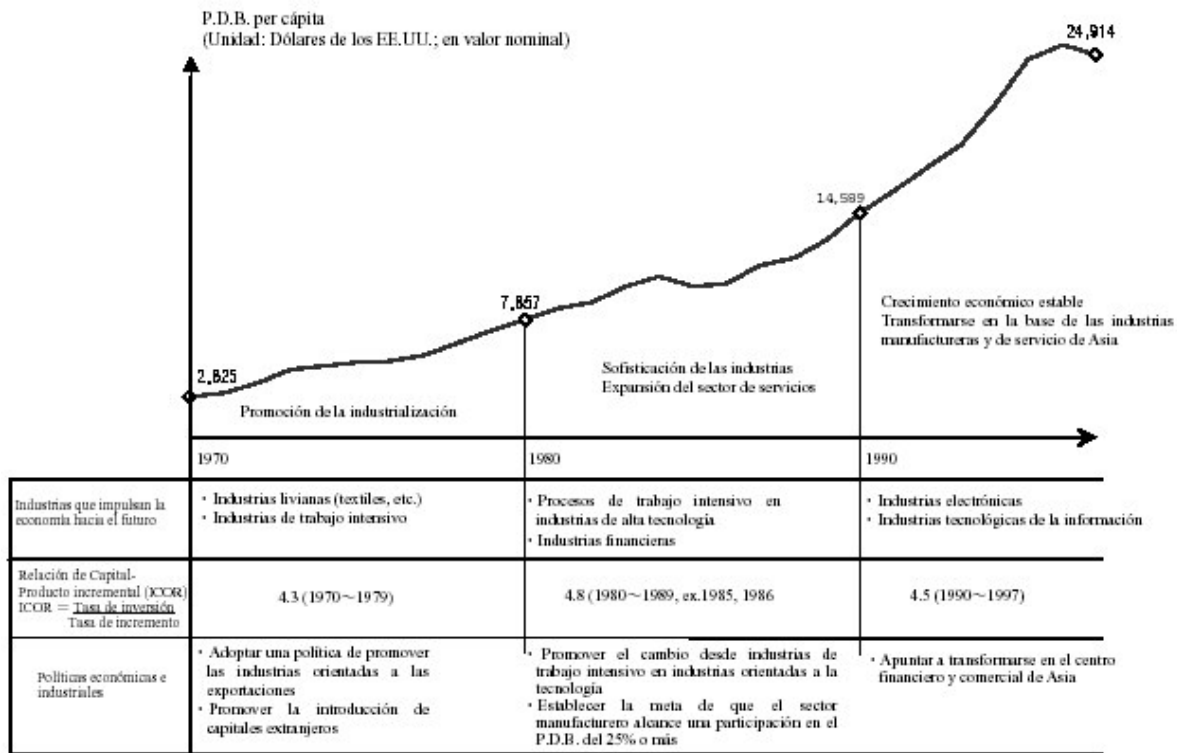


Gráfico 2

Proceso de Transformación de la Economía de Singapur
Fuente: Singapur Productivity Center, Adaptado por los autores

En esta medida, los gobiernos invirtieron más en educación y procuraron mejoras en su calidad, y también promovieron la modernización tecnológica de la economía. Un elemento a destacar en este sentido, es que los esfuerzos de modernización tecnológica fueron vinculados a los recursos domésticos existentes: por ejemplo en Japón y Singapur, en la primera fase de desarrollo, el factor abundante en la economía era la mano de obra, por lo cual las industrias intensivas en este factor tenían prioridad a la hora de acceder al nuevo conocimiento tecnológico. No obstante, parte de la nueva tecnología estaba también orientada al desarrollo de nuevos sectores, en los cuales se podía explotar la brecha tecnológica.

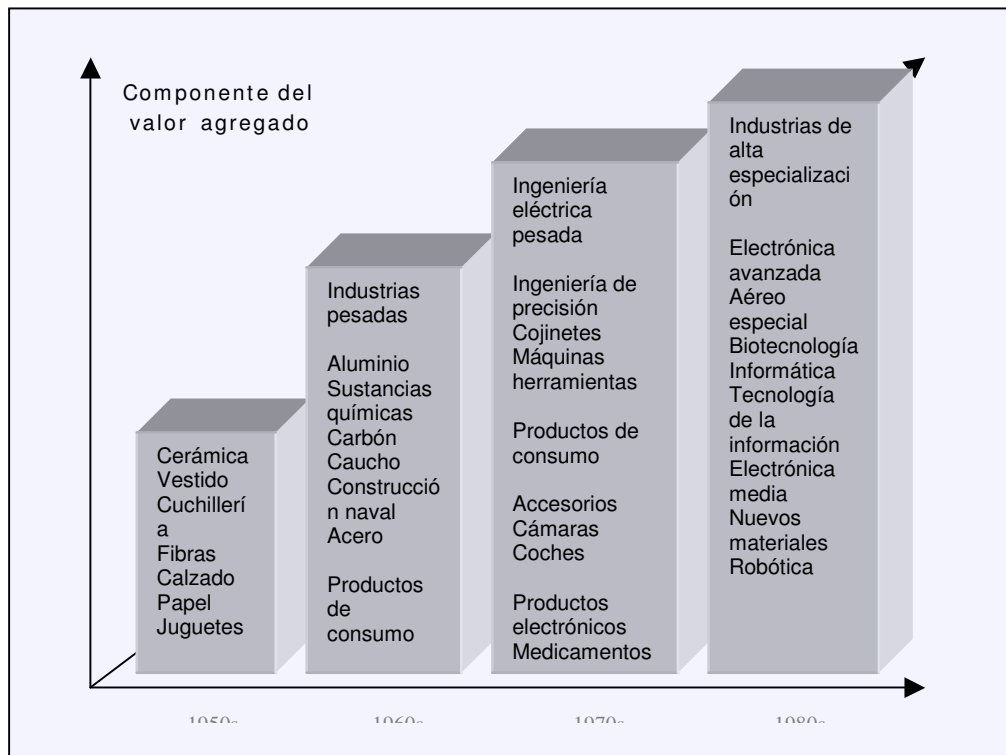
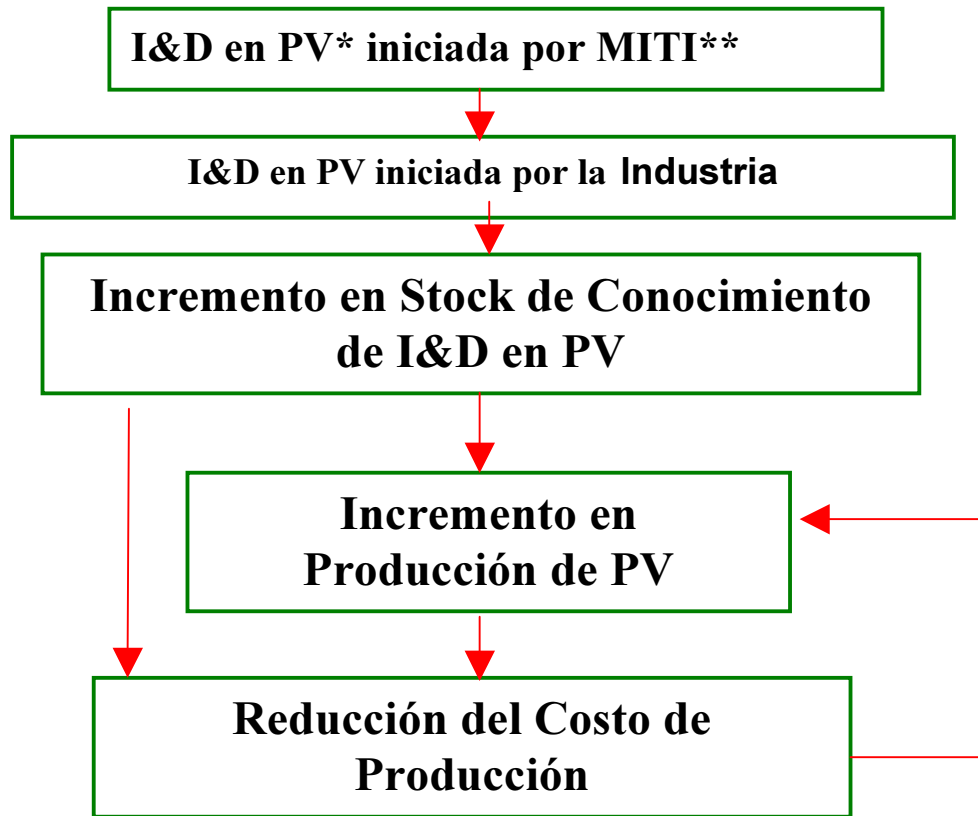


Gráfico 3

Proceso de Transformación de la Economía de Japon
Fuente: Japan Productivity Center, MITI. Adaptado por los autores

El modelo de innovación de “technology push” es insuficiente para explicar los procesos de crecimiento acelerado, además, no se ha mostrado muy útil o al menos suficiente en los países latinoamericanos en donde luego de décadas de insistir en políticas de ciencia y tecnológica basadas en la inversión en educación y en ciencia y tecnología con el propósito de crear una base científica y tecnológica, esto no se ha traducido en crecimiento y desarrollo social.

Los procesos parecen estar para estos países mas explicados por una integración sistémica de “demand pull” con procesos de “technology push” anidados en al estrategia, ver gráficos 3 y 4 de Japón e Irlanda. Se actuó desde las demandas potenciales para nuevos productos de mayor valor y se invirtió en la tecnología necesaria para introducir esas innovaciones en la sociedad. Las estrategias estuvieron dirigidas a capturar mercados que fueran atractivos y se definieron acciones dependiendo de las fases de maduras en que se encontraran los diferentes. El desarrollo se construyo desde la expansión de demandas de productos conocidos con una evolución progresiva a productos de mayor valor y complejidad.



*PV:Celdas Fotovoltaicas

** MITI Ministerio de Industria y Comercio Japones

Gráfico 4
Dinámica de innovación Japonesa. Caso de Celdas fotovoltaicas.

Fuente: Watanabe 1999, MITI. Adaptado por los autores

5- Las Dinámicas de Innovación y El Desarrollo.

La innovación es entendida como el ingreso de nuevos productos o servicios que no eran generados previamente en esa sociedad. A manera de ejemplo y para ilustrar esta aproximación revisemos el sector de la televisión: cuando apareció el televisor se generó una nueva industria. Por un lado se generó una demanda de un nuevo bien, el televisor, y un nuevo servicio, el entretenimiento y la información audiovisual. Por otro se constituyeron nuevas empresas que generaran esos nuevos bienes y servicios. La economía se transforma en alguna medida y se generan nuevos puestos de trabajo y nuevos flujos de dinero.

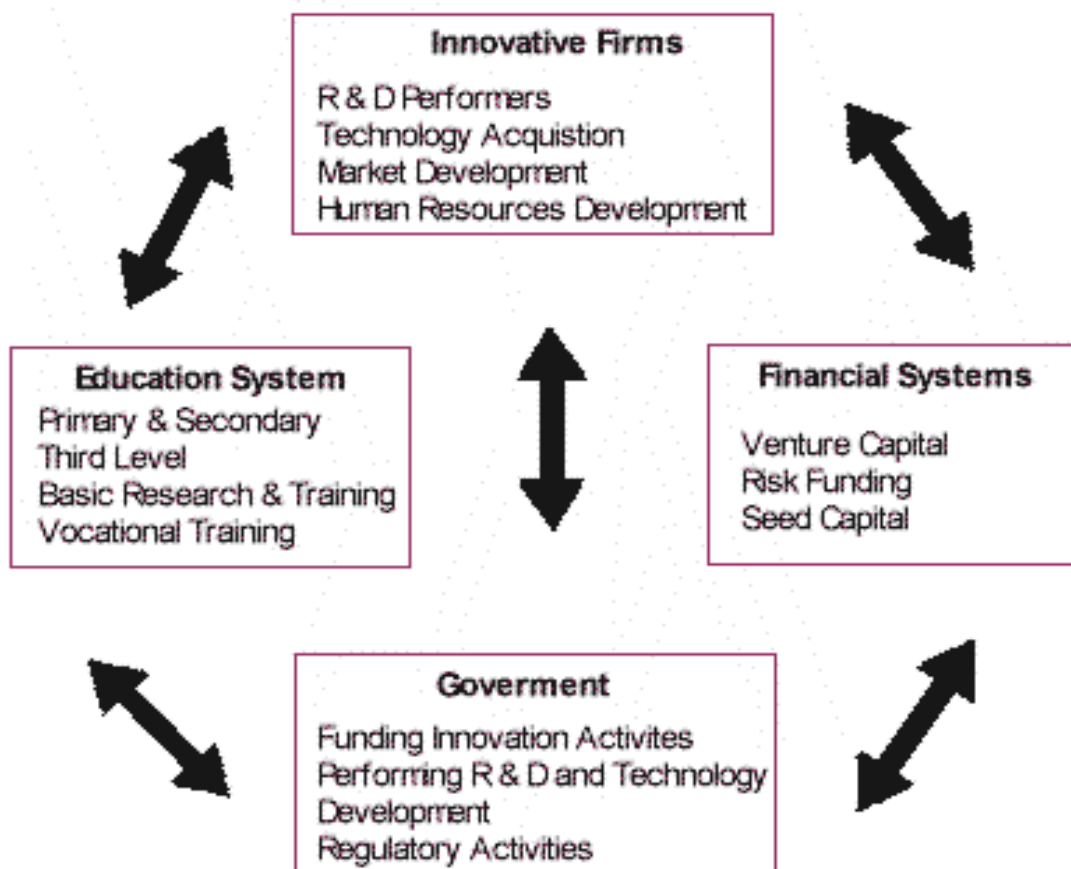


Gráfico 5
Modelo de Innovación de Irlanda
 Fuente: Forfás Survey of Innovation 1993-95

Esta dinámica permanente de transformación es un componente fundamental en el comportamiento económico. Para efectos de la discusión de sus efectos en el desarrollo la podemos considerar como una variable exógena en el sentido de que se introduce una grafica en el tiempo en la que se indica el nivel de innovación que deberá alcanzar el sistema socioeconómico, estos es, el porcentaje de nuevos productos que se habrán generado en la economía. El efecto en el sistema económico es la generación de una expansión de la demanda y del empleo.

El cambio tecnológico lo entendemos como la introducción de un nuevo esquema de producción que permite mejorar la productividad. A manera de ejemplo: la entrada de las máquinas de control numérico a la industria metalmecánica permitió fabricar piezas más complejas y más exactas en menor tiempo. Esto redujo el número de personas que requerían ser ocupadas.

Al igual que la innovación, el aumento de la productividad es también una dinámica permanente de transformación del sistema económico. Para efectos de la discusión se considerará, al igual que la innovación, como una variable exógena, como un nivel que deberá alcanzar el sistema en el tiempo. Esto nos permitirá discutir los efectos en el sistema socioeconómico. El cambio tecnológico aumenta la capacidad de producción de las empresas al aumentar su productividad.

El propósito central de esta discusión es, mediante la aproximación de un modelo general para la economía, simular de manera consistente los procesos económicos de una sociedad y los efectos de la innovación y el cambio tecnológico. Este modelo se construye partiendo de los comportamientos generales de los consumidores y del sistema productivo o de generación de bienestar de una sociedad.

Un aspecto fundamental del modelo es concebir el sistema económico como un proceso de flujo continuo de generación de bienes y servicios y de consumo de ellos. La característica central del modelo es un flujo continuo de generación de bienes y servicios que tiene como núcleo de producción a las organizaciones, sean estas empresas, fundaciones, instituciones semiestatales, por medio de las cuales se integran los individuos a la generación de bienestar. Los bienes y servicios son por lo tanto producidos por organizaciones a las cuales están integrados los individuos que realizan a través de ella y de su aporte al bienestar general. “La organización” es en este sentido el eje central del sistema socioeconómico.

Las dinámicas que inducen la innovación y cambio tecnológico se representan en el diagrama causal presentado en el grafico 6. La innovación expandirá las ventas externa e internas del sistema, las empresas invertirán para expandir sus capacidad y atender las demandas crecientes lo que requerirá emplear mas personal. Ese empleo adicional genera a su vez un incremento endógeno de la demanda con lo que se producen un ciclo de reforzamiento de la demanda, la inversión y el empleo. El cambio tecnológico aumenta la productividad del sistema lo que permitirá generar mas bienes a con los mismos recursos. Acompañado de la dinámica de reforzamiento de la innovación permitirá expandir los ingresos de la población.

Con base en estas dinámicas se construyo un modelo aplicado a una economía que permitiera simular los efectos en el larga plazo de los aumentos en productividad e innovación. Ver Grafico 6.

El modelo se desarrollo en itthink y tiene alrededor de ochocientas ecuaciones que permiten hacer una simulación mas o menos completa de la economía con los flujos de dinero, y las dinámicas que determinan el empleo, la producción, el crédito, la inflación, la tasa de interés y la tasa de cambio. Una descripción detallada del modelo se encuentra en (Gomez 2002b)

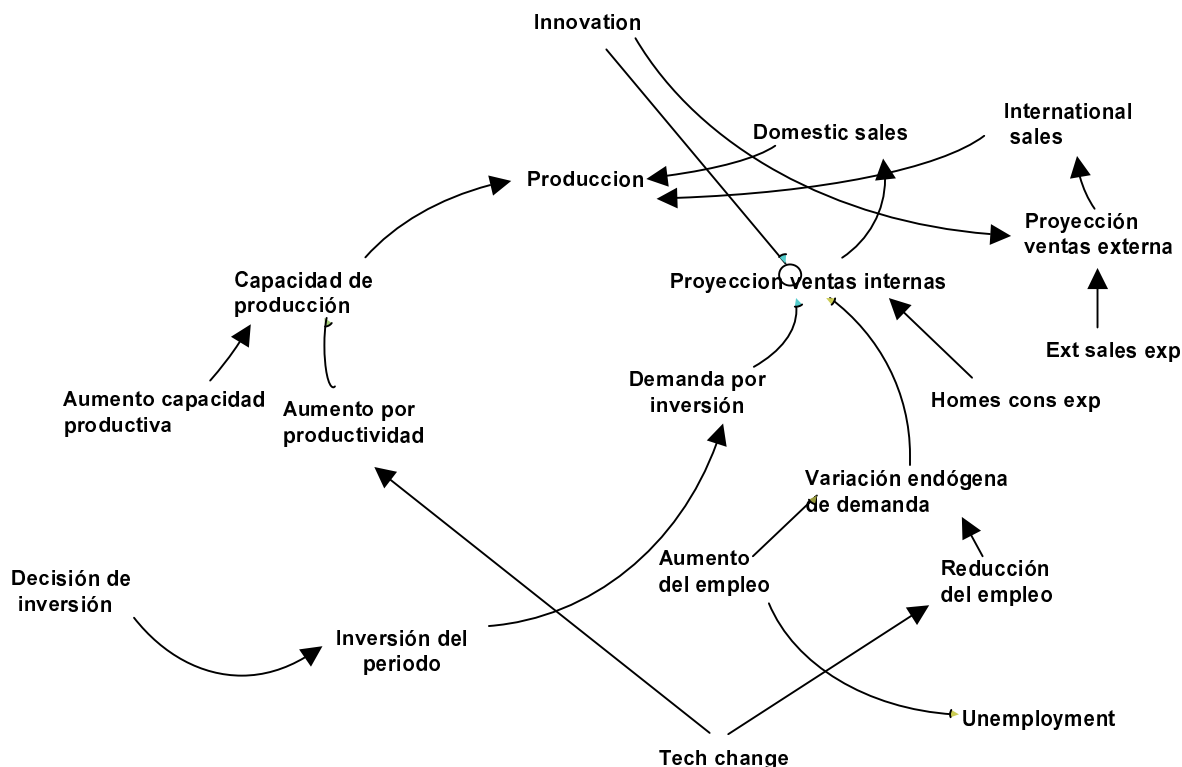


Gráfico 6
Dinámicas Inducidas por la Innovación y el Cambio Tecnológico

El modelo está calibrado para la economía de Colombia y con base en él se están haciendo ejercicios de planeación largo plazo tanto del sector privado como en las instituciones públicas, en los cuales se están utilizando las conclusiones sugeridas en el presente documento. (Gomez 2002a)

Las simulaciones básicas se muestran en los gráficos 7 y 8. Se observa que la introducción de una tasa de innovación y cambio técnico permite al sistema entrar en una dinámica expansiva de reducción del desempleo, aumento del producto y aumento de las exportaciones, lo que conllevará un incremento en el ingreso per cápita.

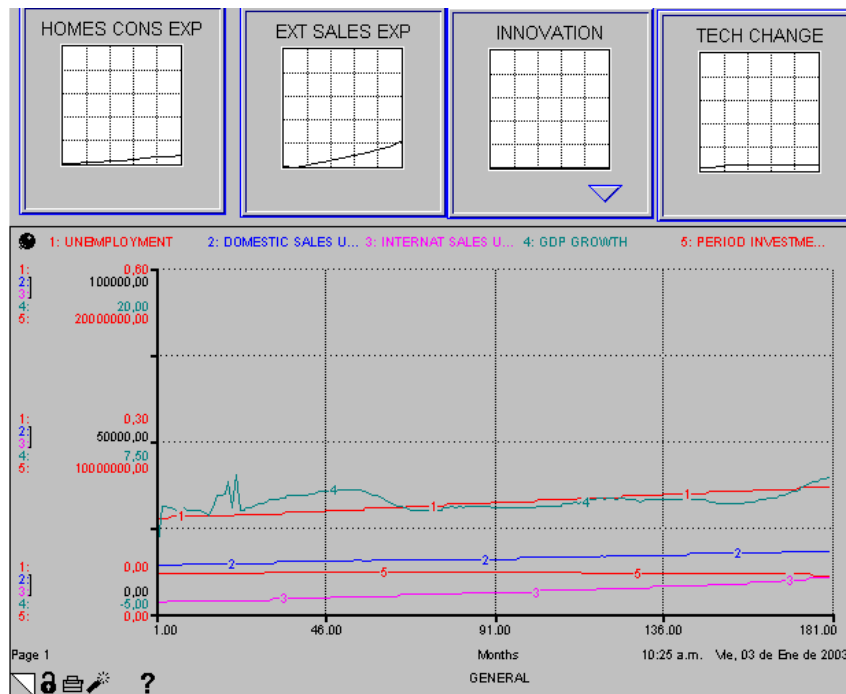


Gráfico 7

Comportamiento de la economía de Colombia sin introducción de innovaciones y con un nivel de cambio tecnológico incipiente

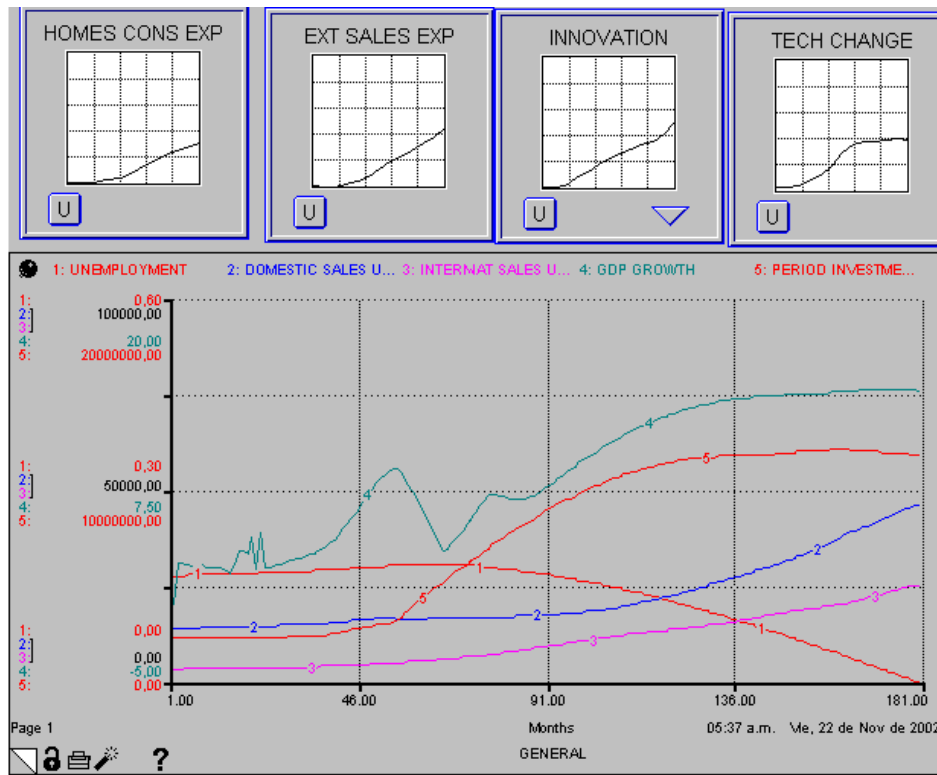


Gráfico 8

Comportamiento de la economía de Colombia con introducción de innovaciones y con un nivel de cambio tecnológico medio.

6. Conclusiones.

Las aproximaciones a las dinámicas de innovación sugeridas por el “demand pull”, el “technology push” o la evolutiva no explican de manera integral los procesos de crecimiento acelerado que han logrado algunos países, lo que no permite proponer acciones que induzcan esas mismas dinámicas en los países en desarrollo. Se observa que las estrategias seguidas por ellos tienen características que permitirían plantear la hipótesis de que se siguieron procesos inducidos que desencadenaban dinámicas cibernéticas virtuosas que generaron crecimientos acelerados y sostenibles.

La aproximación sistémica a la discusión, y apoyada por modelos de dinámica de sistemas nos permiten estudiar y evaluar las dinámicas de innovación de manera tal que podemos explicar y simular los comportamientos cibernéticos y las realimentaciones propias en ellas.

De este modelo se desprenden otras consideraciones que son fundamentales. La principal de ellas es que una preocupación central de la economía debe ser la efectiva integración de los individuos a la generación de bienestar en la sociedad; asociado a la búsqueda y construcción de los esquemas sociales dirigidos a vincular a los individuos a los procesos de generación de bienes y servicios y del establecimiento de marcos de regulación y confianza que se requieren para el funcionamiento del sistema.

El modelo permite soportar a las propuestas de “la nueva teoría del crecimiento” en términos de que explica y simula las dinámicas que la innovación desencadena en los sistemas socioeconómicos.

References

- Banco Mundial 2002, *Informe sobre el desarrollo mundial 2002: Instituciones para los mercados: complementar, innovar, conectar y competir.*
- CEPAL, C. d. B. 2002, *Globalizacion y Desarrollo.*
- Freeman, C. 1998, "*The economics of technical change.* Publicado en Archibugi, D. y J. Michie (eds.), *Trade, Growth and Technical Change.*," Cambridge University Press, ed., Cambridge..
- Gomez, D. 2002a, *Colombia 9000.3: Construcción de lo posible; un marco prospectivo para el desarrollo del país.*, Camara de Comercio de Medellín..
- Gomez, D. 2002b, *Economia Sistemica* En proceso de publicación., Medellín.
- Gomez, D. 2002a, *El desarrollo construido desde los individuos y sus organizaciones sociales*, Camara de Comercio de Medellin, Medellin.
- Gomez, D. 2002b, *La productividad y la innovacion en los procesos de desarrollo*, Centro de Ciencia y Tecnologia de Antioquia, Medellin.
- Gomez, D. 2002c, *Los procesos de desarrollo en el mundo*, Camara de Comercio de Medellin, Medellin.
- LALL, S. 1996, in ***Desarrollo endogeno***, J.Acosta (Comp.), ed., Creset, Bogotá.
- Landau Ralph 1991, "*How competitiveness can be achieved: fostering economic growth and productivity.* ", *Technology and economics*, National Academy Press no. Washington..
- Nelson, R. & Pack, H. 1998, *The Asian Miracle and the modern Growth Theory.* 1881.
- Nelson, R. & Winter, S. 1977, "En busca de una teoria util de la Innovación.", *Cuadernos de Economia, tomado de Research Policy 19977*, vol. 32, pp. 179-223.
- OCDE 1993, *MANUAL DE FRASCATI, MEDICIÓN DE LAS ACTIVIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS PROPUESTA DE NORMA PRÁCTICA PARA ENCUESTAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EXPERIMENTAL.*
- OCDE 1997, *MANUAL DE OSLO, SEGUNDA VERSION.*
- Rothwell, R. & Gardiner, P. 1985, "Invention, Innovation, Re-innovation and the role of the users: A case of estudi of British Hovercraft Development", *Technovation*, vol. 1985, no. 3, p. 167.
- Schumpeter, J. A. 1983, *Capitalismo, socialismo y democracia* ORBIS.
- SOLOW, R. 1956, "**A Contribution to the Theory of Economic Growth**", *nd.*
- SOLOW, R. 1994, "Perspectives on Growth Theory", *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, no. 1.
- Turiago, A. 2002, *Temas de Innovacion Tecnologica* Universidad de La Sabana., Bogota.
- Yepes C, E. R. 2001, *¿De donde vienen las ideas que alimentan la innovacion?*