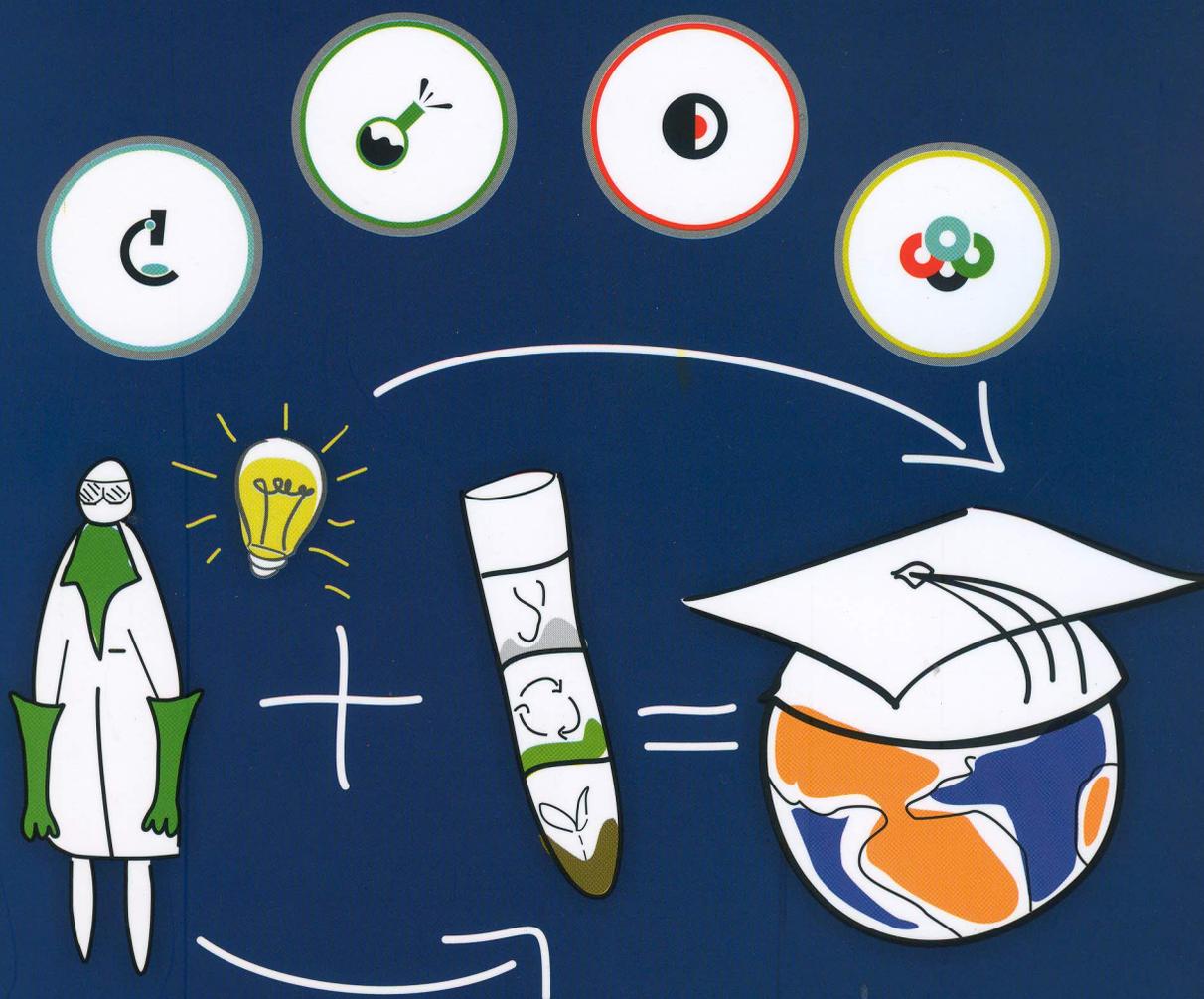
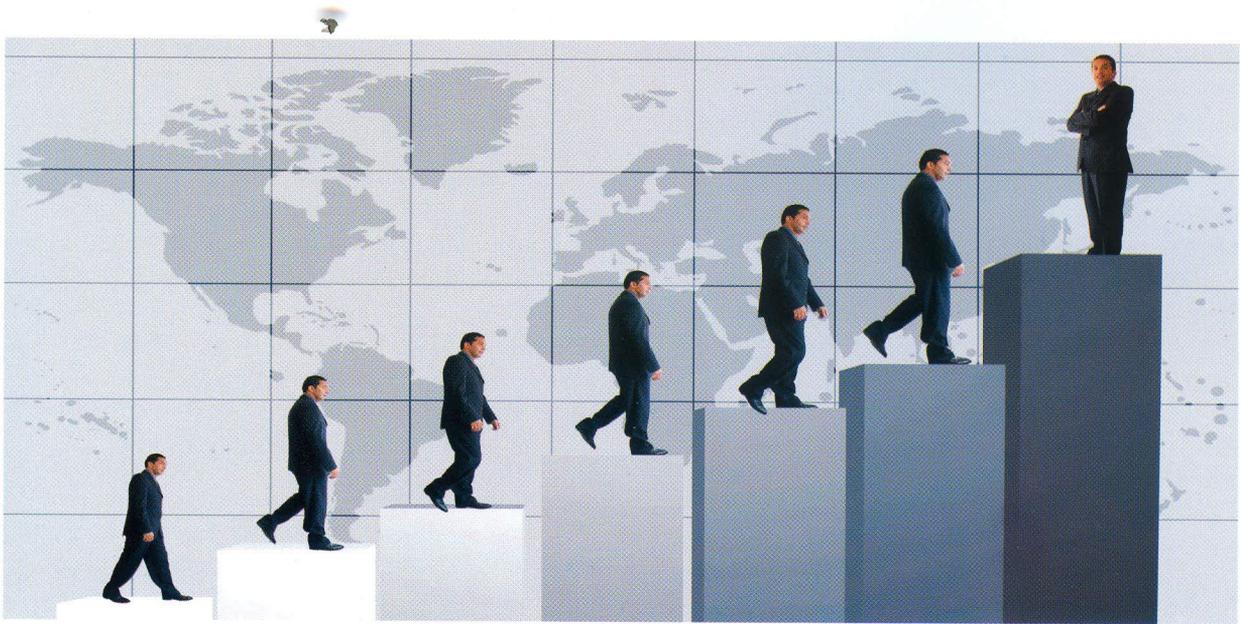


PARADIGMAS

Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
CONCYTEC



| | | | |
|--|-------------|---|--|
| | PERÚ | Presidencia del Consejo de Ministros | Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica |
|--|-------------|---|--|



Ciencia, tecnología e innovación: determinantes del crecimiento económico sostenible de los países

Jaime E. Luyo¹

Resumen

Se hace una revisión de las principales teorías del crecimiento económico de los últimos setenta años presentando los principales aportes sobre las causas de la desigualdad económica entre los países, las fuerzas motrices del crecimiento económico, y el rol de la CTi. Finalmente se formula algunas reflexiones que son tomadas en cuenta en el Perú.

Abstract

We review the main theories of economic growth in the last seventy years presenting the main contributions on the causes of economic inequality between countries, the driving forces of economic growth, and the role of CTi; finally we make some reflections to take into account in Perú.

Palabras claves

Crecimiento exógeno y endógeno, teoría unificada del desarrollo, ciclos tecno-económicos, índice de complejidad económica.

Introducción

La macroeconomía moderna tiene sus inicios con los aportes de John Maynard Keynes al estudio de la Gran Depresión en la tercera década del siglo XX, ésta ha venido evolucionando en medio de las disputas intelectuales entre los neo-clásicos y keynesianos que se han centrado fundamentalmente sobre el comportamiento de la economía a corto plazo y en la política fiscal; sin embargo, resulta de gran importancia y trascendencia para el desarrollo económico, el estudio de las tendencias o tasas de crecimiento económico a largo

¹ Doctor en Economía (UNMSM); Master of Science, Rensselaer Polytechnic Institute, USA. Profesor de Posgrado de la Universidad Nacional de Ingeniería.

plazo y las políticas que las afectarían. Desde la tercera década del siglo pasado ha mantenido la atención de los investigadores las interrogantes: ¿por qué existen países ricos y pobres?, ¿cuáles son las causas del acentuado incremento de la desigualdad económica entre y dentro de los países a lo largo de las dos últimas centurias?, ¿cuáles son las fuerzas motrices del crecimiento económico?, ¿el rol de la ciencia, tecnología e innovación (CTI) en el crecimiento económico y desarrollo de los países?. Presentamos a continuación, en forma resumida, los aportes más relevantes de recientes teorías y enfoques sobre el crecimiento económico y desarrollo de los países y la vinculación de la CTI.

1. El crecimiento exógeno y la nueva economía del crecimiento endógeno

Dentro del enfoque keynesiano, Roy Harrod en 1939 publica un ensayo titulado *An Essay in dynamic Theory*, y Evsey Domar publica en 1946 *Capital expansion, rate of growth and employment*, y arriban a un modelo con resultados equivalentes, que busca las posibilidades de un crecimiento económico equilibrado; extendiendo hacia el largo plazo el análisis corto placista de Keynes sobre la inestabilidad del capitalismo. El modelo Harrod-Domar es de demanda, donde los comportamientos del consumo y la inversión determinan el crecimiento, con participación fija de inputs (capital y trabajo) y, donde la tasa de crecimiento garantizada es exógena al modelo y está compuesta por el agregado de la tasa de crecimiento del trabajo y la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo. Se puede considerar que, esta nueva orientación de la teoría del crecimiento económico, que considera el modelado de la economía para un análisis dinámico que describa su comportamiento a largo plazo, en lugar de continuar la investigación con modelos estáticos de equilibrio general vigente en la época; y que dentro del enfoque neo-clásico de la economía, fue iniciado por Robert M. Solow (1956) y Trevor W. Swan (1956) con sus trabajos publicados el mismo año.

El modelo neoclásico al mantener como supuesto básico los rendimientos decrecientes a escala de cada uno de los factores, evidenció que el crecimiento a largo plazo no era sustentable con la sola acumulación de capital; es decir, no habría crecimiento; y que la introducción del progreso

tecnológico como variable exógena resultó la fuerza impulsora del crecimiento a largo plazo; contrariamente a lo que hasta entonces se creía ampliamente, que el incremento del ahorro conduciría al crecimiento per cápita a largo plazo. Solow demostró que sólo el progreso tecnológico puede contrarrestar el efecto de la ley de los rendimientos decrecientes y lograr un crecimiento económico sostenido. La cuestión pendiente fue entonces, cómo medir este concepto teórico abstracto: el progreso tecnológico. Solow (1957) dio respuesta a esta cuestión fundamental en un artículo, formulando la "contabilidad del crecimiento", restando de la tasa de crecimiento per cápita del ingreso la parte correspondiente a la acumulación de factores, este resto se conoce como el "residuo de Solow" que es un estimado del crecimiento de la productividad de toda la economía; metodología que aún se sigue aplicando. Por estos trabajos sobre el crecimiento económico, 30 años después se otorgó el Premio Nobel de Economía 1987 a este distinguido profesor del MIT.

En la década de 1960 la actividad científica de la corriente neoclásica del crecimiento económico decayó por falta de una mayor correspondencia entre la teoría y la evidencia empírica y la utilidad práctica, sobre todo porque no podía explicar qué causaba que la tecnología mejoraba a lo largo del tiempo; hasta la publicación de "Increasing Returns and Long-Run Growth" por Paul M. Romer (1986), que modeló el crecimiento con tasas positivas a largo plazo con la endogenización de la variable tecnológica, es decir, considera que el progreso tecnológico es un producto de la actividad económica, reflejando así mejor la realidad económica; superándose el estancamiento y reactivándose el estudio de las causas o fuentes del crecimiento económico de los países. A partir de la década de 1990 se ha producido un incremento notable de la actividad de investigación en el campo de la Teoría del Crecimiento Económico, produciéndose en la literatura científica diversas manifestaciones de lo que se entiende por progreso tecnológico como nuevo conocimiento, variable tecnológica, nuevas ideas, innovación, invención, descubrimiento, cambio técnico, etc.; y el conjunto de todas las investigaciones realizadas, se podrían agrupar básicamente dentro de dos enfoques o corrientes de investigación, el horizontal y el vertical, ya que otros que se encuentran en la literatura son generalmente la combinación o equivalentes a estos dos.

El enfoque horizontal, considera la tecnología como un aumento de nuevas variedades y número de productos o bienes de capital disponibles como factores de producción, es decir de "innovación" horizontal. Paul Romer (1990) en su artículo "Endogenous Technological Change" supera, según el autor, algunas limitaciones del modelo endógeno original de 1986. Romer establece tres premisas; siguiendo la visión de cambio tecnológico de Solow, primero considera a éste como el núcleo del crecimiento económico; la segunda, que el cambio tecnológico surge de las acciones e iniciativas de personas que responden a los incentivos del mercado; y la tercera y fundamental, sostiene que una vez haber incurrido en el costo de creación de un nuevo conocimiento tecnológico, éste puede usarse en forma repetida y simultánea por diferentes personas sin costo adicional, característica denominada "no-rival" que es inherente a la tecnología. El modelo de la economía tiene entonces, tres sectores. El sector de investigación que emplea Capital Humano y el stock existente de conocimiento para producir nuevo conocimiento. Este producto nuevo de investigación es usado por el sector intermedio conjuntamente con el capital, para la producción de bienes durables que serán usados por el sector de bienes finales que incorpora además trabajo y Capital Humano para la producción final. El sector intermedio compra al sector de investigación las licencias (patentes) para el uso del nuevo conocimiento en forma monopólica, además se agrega el efecto de "desbordamiento del conocimiento" (knowledge spillover), y que con el incremento de licencias más empresas entran en el mercado, produciéndose así la eliminación de los rendimientos decrecientes. El mayor aporte de Romer es demostrar que el cambio y crecimiento tecnológico es producido por iniciativa de los individuos dedicados a la investigación; es decir, la tecnología es una variable endógena.

La modelización endógena que considera el progreso tecnológico como mejora de la calidad de los productos existentes, que emplea modelos de "escalera de calidad" a la manera de "destrucción creativa" de Schumpeter; es decir, a diferencia del enfoque horizontal, éste sería de "innovación vertical"; el artículo representativo es el publicado por Philippe Aghion y Peter Howitt (1990) titulado "A Model of Growth Through Creative Destruction"; quienes desarrollan un modelo dentro del espíritu del modelo de Romer; sin embargo hacen dos

cambios fundamentales: introducen el concepto de obsolescencia de la innovación que podría detener el crecimiento en los modelos de crecimiento horizontal, y que el proceso de crecimiento es mas bien discontinuo donde la distribución de los descubrimientos trascendentales son considerados endógenos y aleatorios. En este modelo el proceso económico es similar al de Romer estructurado en tres niveles: el de investigación, el intermedio de producción de bienes de capital durables, y el de producción de bienes finales. Entre los aportes se destacan: amplía y modifica el modelo de Romer; introduce el efecto de obsolescencia de la innovación tecnológica y la fuente adicional del "aprendizaje en la práctica"; y el comportamiento aleatorio del surgimiento de las innovaciones a lo largo del tiempo; que consecuentemente afectan el comportamiento real del crecimiento económico; considera también necesario y positivo el comportamiento monopolístico en el nivel intermedio de la economía para el crecimiento, posibilitando una forma de estimar el grado de poder de mercado. Para una lectura de los fundamentos teóricos de los modelos de crecimiento económico endógeno revisados hasta este punto, y de otros autores, se puede ver el texto de Jaime E. Luyo (2007): Notas sobre la Nueva Economía del Crecimiento,

2. Teorías unificadas del crecimiento económico

2.1. La teoría unificada del crecimiento

Debido a que, ni los modelos de crecimiento exógeno (Solow) y endógeno (Romer), ni los Maltusianos generan una visión sobre las fuerzas que permitieron a las economías de pasar de estancamiento Maltusiano (por el efecto compensador del crecimiento demográfico sobre la expansión de los recursos per cápita) en que se había caracterizado el desarrollo de los últimos doscientos años, a un estado de crecimiento económico sostenido y, las fuerzas motrices fundamentales de la reciente transición entre estos diferentes regímenes. Oded Galor y David Weil (2000), desarrollaron una teoría para afrontar estos problemas pendientes que denominaron Teoría Unificada del Crecimiento. La teoría unificada del crecimiento económico revela los esenciales microfundamentos que son compatibles con el proceso de desarrollo económico en el curso de la historia humana, en lugar de las

últimas décadas solamente; sugiere que la transición de estancamiento al crecimiento es un inevitable resultado del proceso de desarrollo y que la interacción malthusiana inherente entre el nivel de la tecnología y el tamaño y la composición de la población aceleraron el ritmo de los avances tecnológicos, y en última instancia, plantea la importancia de Capital Humano en el proceso de producción. Explica que el aumento de la demanda de Capital Humano en la segunda fase de la industrialización y su impacto en la formación de Capital Humano así como en el inicio de la transición demográfica, trajo significativos avances tecnológicos, junto con una reducción en las tasas de fecundidad y decrecimiento de la población, permitiendo a las economías para convertir una parte mayor de los frutos de la acumulación de factores y avances tecnológicos en crecimiento del ingreso per cápita, allanando el camino para la aparición de un crecimiento económico sostenido.

Esta teoría considera que, las variaciones en el momento de la transición del estancamiento al crecimiento y por lo tanto el rendimiento económico de los distintos países reflejan diferencias iniciales de los factores geográficos, accidentes históricos y su manifestación en las variaciones en los factores institucionales, sociales, culturales y políticos. En particular, una vez que la demanda por Capital Humano impulsada tecnológicamente emergiera en la segunda fase de la industrialización; la prevalencia de instituciones promoviendo el Capital Humano determinaron la extensividad de la formación de Capital Humano, el momento de la transición demográfica y el ritmo de la transición del estancamiento al crecimiento. Recientemente, Galor (2012), expresó en un trabajo que: "Mientras los economistas clásicos adelantaron que la desigualdad era beneficiosa para el crecimiento, el paradigma neoclásico desechó la hipótesis de los clásicos y sugirió que la distribución del ingreso tiene un limitado rol en el proceso del crecimiento...La teoría Unificada del Crecimiento y la subsecuente evidencia empírica ha demostrado que la distribución del ingreso tiene un significativo impacto en la formación del Capital Humano y el proceso de desarrollo. En las tempranas etapas de industrialización, como la acumulación del capital físico era la primera máquina del crecimiento, la desigualdad apuntaló el proceso de desarrollo canalizando los recursos hacia individuos con una mayor propensión marginal a ahorrar. En las posteriores etapas de desarrollo, sin embargo,

el Capital Humano fue la principal máquina del crecimiento; la igualdad, en presencia de restricciones crediticias, ha estimulado la formación del Capital Humano y el crecimiento". Como podemos observar, esta teoría pone en el centro, el cambio demográfico, la demanda y crecimiento del Capital Humano y, la tasa de progreso tecnológico en el cambio hacia el moderno crecimiento sostenido; dentro de un enfoque de micro-fundamentos (las fuerzas centrales impulsoras) del proceso de crecimiento; tomando en cuenta además aspectos como la geografía, las instituciones, la diversidad genética y cultural, la transición generacional, y accidentes históricos como el status colonial, patrón de comercio y política pública, como condiciones iniciales del proceso de desarrollo.

2.2. La teoría unificada del desarrollo capitalista

El economista peruano Adolfo Figueroa (2012), en su obra: Teoría unificada del desarrollo capitalista, pretende superar las deficiencias del paradigma actual en la economía definido en los principios contenidos en los libros de texto universitarios empleados alrededor del mundo, con notable influencia en la política pública. Estos principios están basados en la teoría neo-clásica para el análisis de largo plazo y la keynesiana para el corto plazo del capitalismo, denominando ambas como la economía standard.

La teoría propuesta, está conformada por tres teorías parciales y se han construido modelos particulares para cada una; es decir : modelos estáticos, para explicar el proceso de producción y distribución por tipos de sociedades capitalistas y para el sistema capitalista en su conjunto, así como la diferencia observada en los niveles de ingresos y de desigualdad; modelos dinámicos, para explicar la persistencia observada de esta diferencia en estos dos niveles en el proceso de crecimiento económico; modelos evolutivos, para explicar los cambios cualitativos en el medio ambiente y en la sociedad humana en el proceso de crecimiento económico, incorporando los recursos naturales y las leyes de la termodinámica en el proceso económico.

Figueroa señala que la economía estándar puede explicar: la existencia y persistencia del desempleo en el Primer Mundo (que es sub-poblado y socialmente homogéneo-más igualdad); en el

| | INSTALLATION PERIOD | TURNING POINT | DEPLOYMENT PERIOD |
|-----------------|---|-------------------------------|--|
| GREAT SURGE | "Gilded Age" Bubbles | Recessions | "Golden Ages" |
| 1 st | 1771 The Industrial Revolution Britain Canal mania | 1793-97 | Great British leap |
| 2 st | 1829 Age of Steam and Railways Britain Railway mania | 1848-50 | The Victorian Boom |
| 3 st | 1875 Age of Steel and heavy Engineering Britain / USA Germany London funded global market infrastructure build-up (Argentina, Australia, USA) | 1890-95 | Belle Époque (Europe) "Progressive Era" (USA) |
| 4 st | 1908 Age of Oil, Autos and Mass Production / USA The roaring twenties Autos, housing, radio, aviation, electricity | Europe 1929-33 USA 1929-43 | Post-war Golden age |
| 5 st | 1971 The ICT Revolution USA Emerging markets dotcom and Internet mania financial casino | 2007 -??? | Sustainable global knowledge-society "golden age"? |


 We are here

Gráfico 1. Registro histórico: burbuja de prosperidad, recesión, y edad de oro

Fuente: Pérez, Carlota, *Financial bubbles, crises and the role of government in unleashing golden ages*, 2012.

corto plazo, las variables nominales (oferta monetaria, tipo de cambio, y tasa de interés) y las variables reales (producto, salario, empleo) están correlacionadas tanto para el Primer Mundo como en el Tercer Mundo (países sobre-poblados, socialmente homogéneos y con débil o sin legado colonial; y, países sobre-poblados, socialmente heterogéneos y fuerte legado colonial); en el largo plazo, los niveles del salario real y el producto por trabajador se correlacionan positivamente tanto para el Primer como para el Tercer Mundo; así mismo, en el largo plazo la brecha en el nivel de ingreso entre el Primer y Tercer Mundo persiste a lo largo del tiempo; y en el largo plazo, el grado de desigualdad en el interior de los países del Tercer Mundo es en promedio mayor que la existente en el Primer Mundo, y esta diferencia persiste en el tiempo. Pero, los hechos como: la existencia y persistencia del desempleo y sub-empleo (auto-empleo) y, la brecha en el ingreso entre grupos étnicos en el Tercer Mundo; y la falta de explicación a la predicción que el crecimiento económico no tiene límites, refutan la economía estándar.

Los resultados más notorios de esta teoría, entre otros, se tiene que, el factor último que explica la existencia y persistencia de la desigualdad total del ingreso en el sistema capitalista es: la desigualdad inicial en la distribución individual de los activos económicos y políticos (diferentes clases de ciudadanos; legado de la historia colonial); y predice que, el crecimiento económico no puede endógenamente cambiar la desigualdad inicial, la historia importa. También que, la irrevocable degradación de medio ambiente físico ha sido acelerada por el crecimiento económico, es decir: no existe tal crecimiento económico sostenible. El modelo evolucionario propuesto, plantea un trade-off entre crecimiento económico y calidad de vida para las presentes y futuras generaciones; este modelo considera como variables exógenas: la desigualdad de distribución de activos y la tasa de progreso tecnológico. Esta desigualdad de distribución de activos económicos y políticos es la que ha determinado la actual estructura de poder en la sociedad, que es la variable exógena de la Teoría Unificada, fijando al crecimiento económico como objetivo de las políticas públicas del

mundo capitalista de hoy. La teoría Unificada predice que el progreso tecnológico puede ser planificado para el bien común. Finalmente, Figueroa concluye que la Teoría Unificada del Desarrollo Capitalista no tiene la respuesta para cambiar la estructura de poder en la sociedad capitalista actual.

3. La teoría de los ciclos tecno-económicos

La *Teoría de los Cambios de Paradigma Tecnológico-económico* (TCPT), fue desarrollada gradualmente, inspirada en la teoría de los ciclos económicos largos de Nikolái Kondrátiev y la “creación destructiva” de Joseph Schumpeter, particularmente por la economista venezolana-inglesa Carlota Pérez (1983), quien formuló el marco de análisis de esta nueva corriente presentando un modelo de la economía capitalista y sus patrones estructurales, y desde un examen de las características tecno-económicas y socio-institucionales del cuarto ciclo y modo de desarrollo Kondrátiev que fue germinando por la emergencia de nuevas tecnologías entre 1910 y 1920, elabora algunos de los requisitos institucionales para el siguiente repunte. Sin embargo, Pérez considera que estos ciclos no son estrictamente económicos, sino más bien, es un reflejo en términos económicos de la armonía o desarmonía del comportamiento entre el sistema socio-económico y el institucional (a nivel nacional e internacional), y que cuando se produce una crisis estructural (depresión en una onda larga), distinta de una recesión económica, sería entonces visible el síndrome de ruptura de la complementariedad de la dinámica entre estos dos sistemas; y que los ciclos largos representan sucesivos modos de desarrollo que corresponden a sucesivos estilos tecnológicos distintivos (salto cuántico conformado por la constelación de innovaciones técnicas y organizacionales interrelacionadas) que evolucionan del pico de una onda al pico de la siguiente; la introducción de un nuevo estilo tecnológico provoca la crisis del viejo y aún vigente estilo pero establece la orientación hacia el siguiente modo de desarrollo. Así mismo, Pérez (2009), sostiene sobre las “burbujas” que, los dos episodios de auge y caída de la manía de Internet en la década de 1990 y, el auge de la liquidez fácil y colapso de la década de 2000, son dos componentes distintos de un mismo fenómeno estruc-

tural. Son esencialmente el equivalente de 1929 que se desarrolló en dos etapas, uno centrado en la innovación tecnológica, el otro en la innovación financiera. Por lo tanto, las frecuentes referencias a ese accidente, no son simples metáforas periodísticas de interpretación de la contracción del crédito y su solución, sino más bien el reconocimiento intuitivo de una similitud fundamental entre esos eventos y los actuales; estos grandes episodios de auge y colapso, son endógenos a la forma en que la economía de mercado evoluciona y asimila revoluciones tecnológicas sucesivas.

Pérez (2012), en reciente artículo señala que, previamente a la presente revolución de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), el mercado ha experimentado cuatro perturbaciones tecnológicas que se han difundido en dos periodos, con pánico y recesión entre ellos (v. gráfico 1). Explica que todas estas revoluciones tecnológicas previas tienen características similares: la Instalación es el periodo de la “creación destructiva”, la innovación es concentrada en las nuevas industrias y las finanzas que fluyen con exceso de fondos al mercado de valores participando en el juego de fáciles beneficios, “creando riqueza” con “innovaciones financieras” generando una burbuja. Al ocurrir el colapso de la burbuja, la instalación de las nuevas industrias está completada; es el punto de quiebre para que el capital financiero ceda el liderazgo al capital productivo (esto debe ser facilitado por la intervención del Gobierno). El despliegue es el periodo de la expansión, crecimiento e innovación a través de todas las industrias ayudadas por la nueva tecnología y paradigma, impulsadas por la demanda, es un periodo de prosperidad o “edad de oro”. Se pregunta si es posible predecir una de prosperidad sostenible global en el futuro próximo considerando el actual paradigma de las TIC; y responde que sí, siempre que se integre las TIC con el crecimiento “verde” (que no es crecimiento cero) que reestructure el transporte, la energía, y los sistemas de producción de bienes y servicios, que es equivalente a la reconstrucción de la pos-guerra en términos de creación de trabajo; además el impulso a un completo desarrollo global incorporando sucesivos millones dentro de un consumo sostenible, de forma similar al Estado de bienestar y adquisiciones del Estado creando demanda, invirtiendo en innovaciones en la economía real en lugar de estar jugando “casino” con derivados en el sector

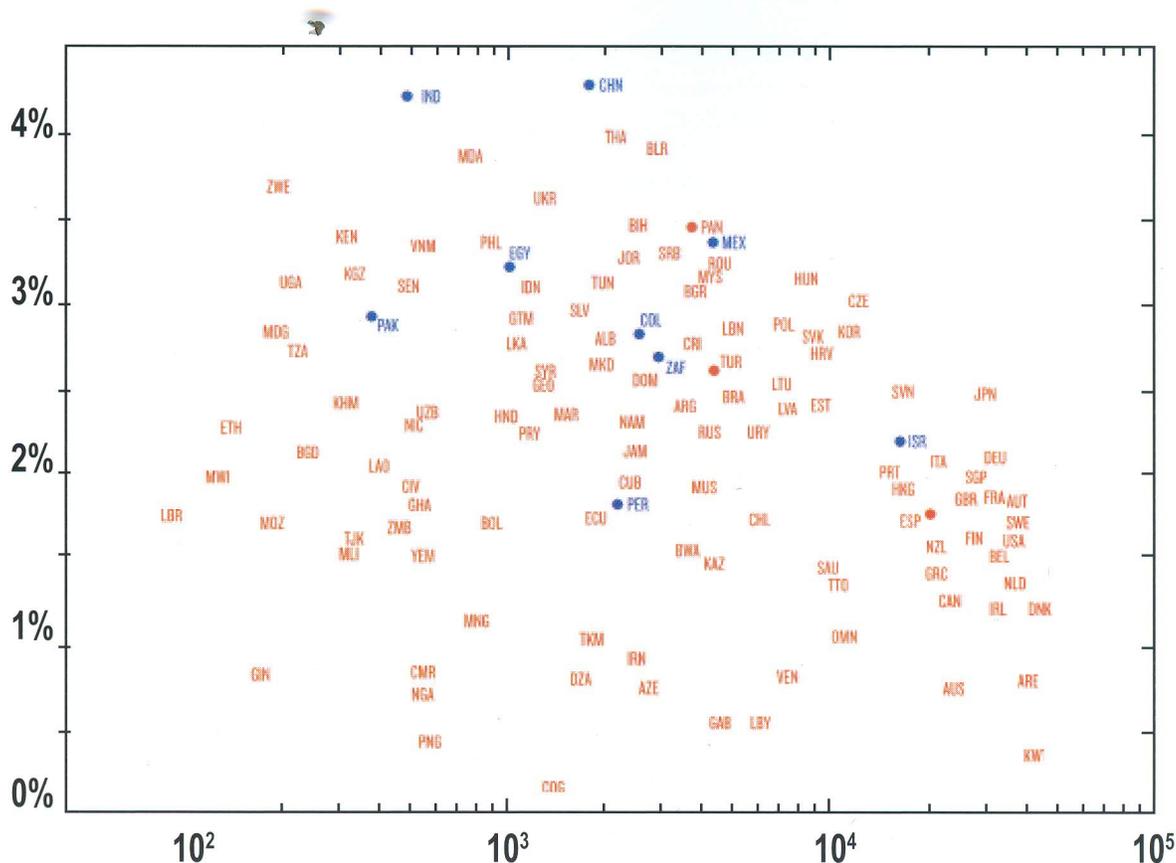


Gráfico 2. Crecimiento anual esperado del PIB per capita hasta 2020 (en %)

Fuente: Ricardo Hausmann, Foro: La productividad de las Naciones: Comentarios sobre el Perú. Produce, Lima, dic. 2011.

financiero. Es necesaria una política industrial en un contexto global; concluyendo que: “El fundamentalismo de mercado (y el tipo de teoría económica estrecha que la sustenta) es uno de los principales obstáculos para desatar una implementación sana. Pero la invocación de Keynes no es suficiente también necesitamos a Schumpeter, junto con una disposición a hacer una audaz innovación institucional en los espacios locales, nacionales y globales”.

4. La Teoría de la Complejidad Económica

A fines de octubre del 2011, después de cinco años de trabajo, se publicó el Índice de Complejidad Económica por el Centro de Desarrollo Internacional de la Universidad de Harvard a cargo del economista venezolano Ricardo Hausmann, en colaboración con el Medialab del Instituto Tec-

nológico de Massachusetts (MIT) representado por el físico chileno César Hidalgo. En un reporte de 364 páginas el estudio presenta el Atlas de Complejidad Económica, donde está el ranking de 128 países basado en su conocimiento productivo (las habilidades, experiencia y conocimientos técnicos en general que una determinada población adquiere en la producción de determinados bienes. Aquello de lo que los productos en una economía están hechos, es decir, no de materias primas o maquinarias, sino de ideas), que es el que guía su crecimiento económico, el Atlas mide este indicador. Este índice se compone por: la diversidad que mide la variedad de productos que un país exporta; y la ubicuidad que mide el grado de especialización que requiere cada uno de esos productos; si un producto es altamente sofisticado y exportado por un número reducido de países, esos países recibirán un mayor puntaje.

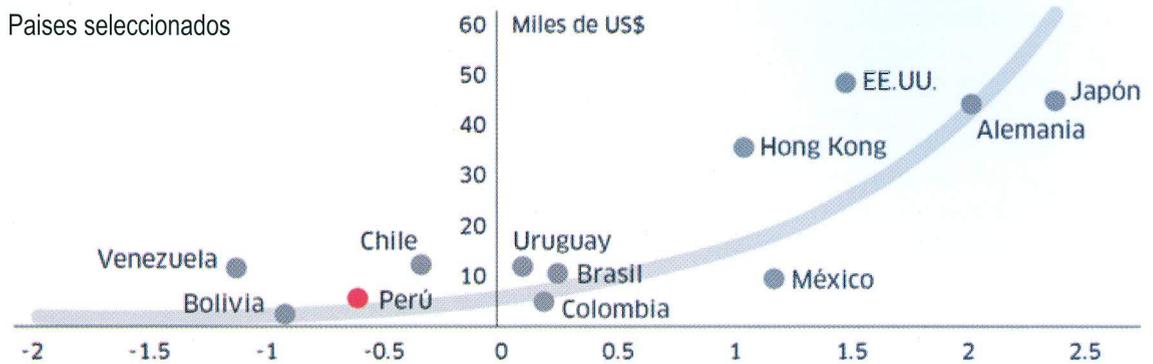


Gráfico 3. Ubicación del Perú según Ingreso per cápita e Índice de Complejidad Económica

Fuente: Observatory of Economic Complexity, Banco Mundial. Los datos de ingreso son de 2011 y los del ICE. del 2009
Ref.: Informe Industrial, Proexpansión, Lima, junio 2013.

Los autores sostienen que es un modelo que permite predecir el crecimiento económico futuro de los países con más precisión que cualquiera de otras técnicas existentes, incluyendo al Índice de Competitividad del World Economic Forum, Hausmann dice que “lo esencial de la teoría... es que los países crecen en base del conocimiento de hacer cosas. No son los años de escolaridad; son los productos que usted sabe cómo hacer. Y lo que impulsa el crecimiento es la diferencia entre la cantidad de conocimiento que tiene y lo rico que eres”. De acuerdo con el método descrito en el informe, el crecimiento de China en el PIB per cápita será de 4,32% hacia el 2020, encabezando la lista; India y Tailandia son segundo y tercero, respectivamente; los EE.UU., sin embargo, está en el puesto 91, con un crecimiento esperado del PIB per cápita en el 2,01%. Hausmann explica que “Los EE.UU. es muy rica y tiene ya una gran cantidad de conocimiento productivo, pero no tiene un exceso desconocimiento productivo relativo a sus ingresos”. En el ranking de Índice de Complejidad Económica del 2008; de 128 países el Perú ocupa el lugar 89 antes de Ecuador (93); Bolivia (101) y Venezuela (111); los mejores actores son México (20), Panamá (30) y Costa Rica (49); Brasil (52) y Colombia (54); además, el crecimiento promedio

anual esperado del PIB per cápita peruano 2009-2020 es de 2,2% (v. Gráfico 2). La ubicación del Perú a nivel regional en complejidad económica se puede observar en (Gráfico 3).

Hidalgo y Hausmann han encontrado que el PIB se correlaciona bastante bien con la diversidad de los productos, pero que se correlaciona mejor con la diversidad de inputs. En 1970, por ejemplo, la economía coreana tenía mucha mayor diversidad de inputs (todo lo que se requiere para producir los bienes) que la economía peruana, de acuerdo con la medida de Hidalgo, pero Perú tenía dos veces el PIB per cápita de Corea. Durante los siguientes 30 años, la diversidad relativa de los inputs de las economías de los dos países se mantenido más o menos igual, pero para el año 2003, Corea ya tenía cuatro veces el PIB per cápita de Perú. Hidalgo señala que, “el crecimiento de Corea es imposible explicar mediante la medición de los factores standard de producción, en 1970, los trabajadores peruanos estaban trabajando con cuatro veces de capital por trabajador, y con dos veces y media de tierra por trabajador, y tenían el mismo nivel de educación que los trabajadores coreanos”.

Los fundamentos de la metodología desarrollada por Hausmann-Hidalgo se explican detalladamente en [17]. Se formula una visión del crecimiento económico y el desarrollo que da un papel central a la complejidad de la economía de un país mediante la interpretación de los datos de comercio como una red bipartita en la que los países están conectados a los productos que exportan, y muestran que es posible cuantificarla complejidad de la economía de un país mediante la caracterización de la estructura de esta red. Además, se demuestra que se correlacionan las mediciones de la complejidad que se obtienen, con el nivel de inputs de un país, y que las desviaciones de esta relación predicen el crecimiento futuro. Esto sugiere que los países tienden a converger hacia el nivel de ingreso dictado por la complejidad de sus estructuras productivas, lo que indica que los esfuerzos de desarrollo deben centrarse en la generación de las condiciones que permitan que la complejidad surja para generar un crecimiento sostenido y prosperidad. Recientemente, esta metodología se ha corroborado y reforzado científicamente mediante un modelo evolucionario Schumpeteriano [18], donde se demuestra que países del Oeste desarrollado tienen un bajo índice schumpeteriano-país (SCI) y alto PIB per cápita (USA, Alemania, Canadá, Francia, Inglaterra, Hong Kong..), y países pobres con bajo SCI y bajo PBI p.c. (Perú, Cuba, México...); otros con alto SCI y bajo PBI p.c. (Ecuador, Uruguay, Argentina...).

Reflexiones finales

Después de revisar las teorías y aportes más importantes de los últimos 50 años de investigación para dar respuesta a las principales interrogantes sobre el Crecimiento Económico y Desarrollo de los países, podemos decir que:

- Desde la publicación del artículo de Robert Solow en 1956 se reconoce es el progreso tecnológico es la fuerza impulsora que posibilita el crecimiento económico sostenido y no el capital físico y el trabajo; ésta fuerza es endógena según Romer, ya que es un producto de la actividad económica y, el cambio y crecimiento tecnológico es producido por iniciativa de los individuos dedicados a la investigación, y que el comercio e integración de las economías
- debe tener en cuenta no tanto el tamaño de la población o su densidad sino la magnitud de su Capital Humano y, más que el volumen de éste, lo determinante para el crecimiento es la fracción de este capital dedicado a la investigación;
- Posteriormente, se han ido desarrollando nuevas teorías que tratan de explicar problemas pendientes, Galor amplía el marco temporal de estudio de unas décadas a doscientos años considerando el cambio de los estancamientos Maltusianos al crecimiento, tomando en cuenta además aspectos como la geografía, las instituciones, la diversidad genética y cultural, la transición generacional, y accidentes históricos como el status colonial, patrón de comercio y política pública, como condiciones iniciales del proceso de desarrollo; poniendo en el centro, el cambio demográfico, la demanda y crecimiento del Capital Humano y, la tasa de progreso tecnológico en el cambio hacia el moderno crecimiento sostenido; destacando que la igualdad y la distribución del ingreso tiene un significativo impacto en la formación del Capital Humano y el proceso de desarrollo;
- Figueroa, formula, entre otros, como variables exógenas la desigualdad de distribución de activos y la tasa de progreso tecnológico, incorporando los recursos naturales y las leyes de la termodinámica en el proceso económico. Señala que, el factor último que explica la existencia y persistencia de la desigualdad total del ingreso en el sistema capitalista es la desigualdad inicial en la distribución individual de los activos económicos y políticos (legado de la historia colonial) que ha determinado la actual estructura de poder en la sociedad, fijando al crecimiento económico como objetivo de las políticas públicas del mundo capitalista de hoy y, que el crecimiento económico no puede endógenamente cambiar la desigualdad inicial; y también que, la Teoría Unificada predice que el progreso tecnológico puede ser planificado para el bien común pero que no tiene la respuesta para cambiar la estructura de poder en la sociedad capitalista actual;
- Pérez, dentro del marco de la TCPT, explica que, previamente a la presente revolución de las tecnologías de la información y comuni-

cación, el mercado ha experimentado cuatro perturbaciones tecnológicas que se han difundido en dos periodos, con pánico y recesión entre ellos, y que todas han tenido características similares como el periodo de la "creación destructiva" (Instalación) y, después del colapso de la burbuja, el periodo de prosperidad o "edad de oro" (Despliegue), de la expansión, crecimiento e innovación a través de todas las industrias ayudadas por la nuevas tecnologías y paradigma. Que se puede predecir una era de prosperidad sostenible global en el futuro próximo, siempre que se integre las TIC con el crecimiento "verde, y con adquisiciones del Estado creando demanda, que es equivalente a la reconstrucción de la pos-guerra en términos de creación de trabajo, de forma similar al Estado de Bienestar, y también, invirtiendo en innovaciones en la economía real en lugar de estar jugando "casino" con derivados en el sector financiero. Que es necesaria una política industrial en un contexto global;

- Hausmann e Hidalgo establecen que mediante la metodología del Índice de Complejidad Económica que se compone de la diversidad y la ubicuidad, y el Atlas de Complejidad Económica, pueden predecir el crecimiento económico de los países industrializados y en vías de desarrollo y compararlos, con mucho más precisión que Índice de Competitividad del World Economic Forum. Han encontrado que el PBI se correlaciona bastante bien con la diversidad de los productos, pero que se correlaciona mejor con la diversidad de inputs, del conocimiento productivo y no de materias primas o maquinarias; demostrando esto con el caso peruano que, en 1970 Perú tenía dos veces el PBI per cápita de Corea del Sur, además cuatro veces capital y dos veces y media de tierra por trabajador y el mismo nivel de educación que el trabajador coreano; treinta años después, Corea ya tenía cuatro veces el PBI per cápita del Perú.

Finalmente, después de esta rápida revisión podemos decir que:

- La compleja tarea en los últimos setenta años de los investigadores de dar respuesta a las interrogantes formuladas en la introducción

del presente artículo, se ha ido desarrollando con una mayor complementación de los enfoques macro y microeconómico, más aún, a diferencia de la ortodoxia neo-liberal, han ido predominando algunos aportes keynesianos y schumpeterianos, lo que ha posibilitado demostrar que, la actividad de investigación científica, el progreso tecnológico y la innovación productiva son las fuerzas motrices del crecimiento económico sostenido y desarrollo de los países;

- Sin embargo, para el desarrollo y amplio despliegue de la CTI, que no es espontáneo ni producto solo del mercado, se requiere la existencia de un marco institucional impulsador y con capacidad de decisión al más alto nivel del Estado y de una planificación de mediano y largo plazo dentro de una estrategia de desarrollo económico sostenible del país [19], que genere la diversificación y descentralización productiva con la activación de una política industrial como en países vecinos y recomendada por expertos del Banco Mundial.

Referencias

- Robert M. Solow (1956), A Contribution to the Theory of Economic Growth, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, N° 1 Feb. pp. 65-94
- Swan, Trevor W. (1956). "Economic Growth and Capital Accumulation," *Economic Record*, 32 (November), 334-361.
- Robert M. Solow (1957), Technical Change and the Aggregate Production Function, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, N° 3, pp. 312-320.
- Paul M. Romer (1986), Increasing Returns and Long-Run Growth; *The Journal of Political Economy*, Vol. 94, N° 5. Oct. pp. 1002-1037.
- David Maré (2004), "What Do Endogenous Growth Models Contribute?", *Motu Working Papers* 04-04.
- Paul M. Romer (1990), Endogenous Technological Change, *The Journal of Political Economy*, Vol. 98, N° 5, Part 2: The Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprise Systems. pp. S71-S102.
- Philippe Aghion y HOWITT, Peter. (1990), "A Model Growth Through Creative Destruction", *NBER Working Paper Series*. Published in *Econometrica*, Vol. 60.

Jaime E. Luyo (2007), Notas sobre la Nueva Economía del Crecimiento, Revista del Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales, IECOS, Año II N° 2, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.

Oded Galor y David Weil (2000), Population, Technology, and Growth: From Malthusian Stagnation to the Demographic Transition and Beyond, Vol. 90 N° 4, The American Economic Review, September.

Oded Galor (2012), Inequality, Human Capital Formation and the Process of Development NBER Working Paper N° 17058, May 2011. Adolfo Figueroa, A Unified Theory of Capitalist Development, Buenos Aires, Cengage Learning, 2009, revised an enlarged version, August.

Carlota Pérez (1983), Structural Change and Assimilation of New Technologies in the Economic and Social Systems, Futures, N° 15.

Carlota Pérez (2009), The double bubble at the turn of the century: technological roots and structural implications. Cambridge Journal of Economics, N° 33.

Carlota Pérez (2012), Financial bubbles, crises and the role of government in unleashing golden ages, Finance, Innovation & Growth, Document #: FP7-SSH-2007-1.2.3-217466-FINNOV-D2.12, January.

Mitchell Josh (2011), 'Complexity' Predicts Nations' Future Growth, Real Times Economics, October.

Hardesty Larry (2011), Why do some countries' economies grow faster?, MIT News Office, February.

Cesar A. Hidalgo y Ricardo Hausmann (2009), The building blocks of economic complexity, Edited by Partha Sarathi Dasgupta, University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom, and approved.

Peter Klimek, Ricardo Hausmann y Stefan Thurner (2012), Empirical confirmation of creative destruction from world trade data, Center for International Development, Harvard University, April.

Jaime Luyo (2013), Importancia de la CTI en la Estrategia de Desarrollo Económico Sostenible del Perú, Encuentro Científico Internacional, Lima, agosto.

Robert Devlin y Graciela Moguillansky (2011), Breeding Latin American Tigers, ECLAC-World Bank.

