

FUNCIONES DE PRODUCCIÓN, CAMBIO TÉCNICO Y CRECIMIENTO

**BORIS SALAZAR T.
PROFESOR DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA**

**SANTIAGO DE CALI
UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONOMICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DOCUMENTACIÓN SOCIOECONÓMICA
-CIDSE-
FEBRERO DE 1994**

FUNCIONES DE PRODUCCIÓN, CAMBIO TÉCNICO Y CRECIMIENTO

1. EL PODER DE LAS METÁFORAS

En economía, como en otras disciplinas, las buenas metáforas son poderosas. Juntan lo diverso, crean orden donde sólo había un material disperso e intratable, abren regiones desconocidas al conocimiento. Pero estas virtudes no siempre garantizan su éxito. Lo que las vuelve parte del trabajo cotidiano de los economistas es su longevidad -esa extraña virtud que solo unas pocas grandes metáforas han logrado alcanzar en la historia de la disciplina. El modelo de crecimiento de Solow (Solow en Sen, 1979) es una de ellas. Primero, por supuesto, vino la sorpresa creadora: frente al peligroso mundo del crecimiento al filo de la navaja de Harrod y Domar (con su tenue equilibrio siempre a punto de explotar ante pequeñas desviaciones con respecto a la igualdad fundamental del modelo), Solow propone el regreso al mundo del equilibrio a través del uso de una metáfora que parecía tener sus dominios en el mundo limitado de los textos de microeconomía, pero al que nadie, de vuelta a los años cincuenta, le hubiera concedido posibilidades en el campo de la macroeconomía, y mucho menos del crecimiento. Hablo, claro está, de la función de producción neoclásica. La propuesta de Solow era sorprendente no sólo porque trasladaba al campo del crecimiento un concepto cuyo uso requería, de por sí, “algo más que el usual beneficio de la duda”, como lo planteó él mismo (1979, 385), sino porque traía consigo un conjunto de consecuencias decisivas sobre la forma de hacer teoría del crecimiento. En otras palabras, el dispositivo teórico de Solow era un modelo que era mucho más que un modelo. Especie de modelo matriz, a partir del cual podían construirse infinidad de variaciones teóricas y de estimaciones empíricas, la construcción de Solow desencadenó - en otra metáfora suya- una industria creciente que, aún hoy, casi cuarenta años después, sigue generando modelos y confrontando a los recién llegados a un campo que está en pleno período de transformación. ¿Qué hay, pues, en la metáfora de Solow que la ha hecho tan exitosa? ¿De dónde proviene su atractivo? ¿Cuáles son las posibilidades de construir alternativas a su propuesta? Esas son las preguntas que este ensayo quiere enfrentar.

2. IRREVERSIBILIDAD Y SIMETRÍA

Se trata de una historia sencilla. En una economía se produce (y consume) un sólo bien con la participación de capital y trabajo. Los procesos de producción de ese bien pueden describirse a través de un artefacto llamado función de producción, que no es más que una función matemática, dotada de ciertas propiedades, que transforma cantidades del bien (insumo) en mayores cantidades del mismo bien (producto). La clave de la historia está en las propiedades de la función. Se trata de una función cóncava homogénea de grado 1, con rendimientos decrecientes a los factores. En condiciones de competencia perfecta, estas propiedades permiten encontrar un máximo para la función y un equilibrio (es decir, un atractor o punto fijo hacia el cual converja). ¿Qué tienen que ver estas propiedades con la historia del crecimiento? En primer lugar, la sitúa en el contexto del equilibrio general competitivo. Por lo tanto, el problema ahora es ver si una economía como la descrita más arriba puede crecer en condiciones de equilibrio competitivo. O, mejor, sí es posible construir un modelo de crecimiento preservando las propiedades asociadas al equilibrio competitivo. En este punto la historia está incompleta, pues sólo tenemos una función de producción con ciertas propiedades matemáticas y una economía competitiva que

transforma un bien en sí mismo. Nos falta el lado temporal de la historia: si hay crecimiento (es decir, si el producto se expande a una cierta tasa), éste sólo puede darse en el tiempo. Para ello, debemos construir una descripción del sistema económico que nos diga en qué forma deben evolucionar en el tiempo ciertas variables, de manera que haya, simultáneamente, crecimiento y equilibrio. Solow encuentra esa descripción en una ecuación diferencial de primer orden, en k (K/L), de la forma:

$$\dot{k} = sf(k) - nk \quad (1)$$

Intuitivamente, la ecuación describe la capacidad de ajuste del sistema económico a través de movimientos de k sobre una trayectoria con un atractor en $\dot{k} = 0$. Es decir, la economía descrita alcanzaría un equilibrio cuando las proporciones de capital y trabajo se hayan ajustado plenamente (y k no tenga que variar más), y la tasa de ahorro (inversión) sea constante e igual a la tasa de crecimiento de la población o de la fuerza de trabajo, n . En términos matemáticos, Solow propone una descripción del sistema como la intersección de una línea recta que parte desde el origen con pendiente n , con la función de producción cóncava mencionada más arriba. Es evidente -aunque es olvidado muy a menudo- que puede existir una infinidad de trayectorias de equilibrio o estados estables generados por las intersecciones entre una familia de funciones de producción agregadas, convenientemente cóncavas, y la recta cuya pendiente es la constante n . Este conjunto vendría a ser un campo potencial de esta dos estables que podría cubrir todas aquellas economías, con muy diversas dotaciones de factores, que posean funciones de producción cóncavas y cuyas poblaciones estén creciendo a una tasa constante n .

En segundo lugar, el uso de la función de producción permite, mediante una simple identidad algebraica, relacionar la tasa de incremento del capital, $\dot{k}$, con la tasa de ahorro (o de inversión) en un momento dado:

$$\dot{k} = sY \quad (2)$$

donde Y es la función de producción, definida más arriba y $k = K/L$. Es evidente que esta identidad permite conservar la estructura de la función de producción definida antes y sus decisivas propiedades matemáticas. Obsérvese, además, que esta tasa de ahorro (inversión) es estrictamente exógena y no es generada por la dinámica del sistema. Por ello, en última instancia, el modelo de Solow lo que hace es encontrar una k que haga compatibles dos constantes exógenas, sobre cuyo comportamiento el modelo no dice nada: la tasa de crecimiento de la población y la tasa de ahorro (inversión).

Ahora bien, la clave de la solución encontrada por Solow está, como él mismo lo plantea, en la escogencia de la forma o curvatura de la función de producción agregada. ¿Por qué escoger una función cóncava? Porque que permite hallar resultados matemáticos que son compatibles, y que se derivan de las exigencias fundamentales de la tradición del equilibrio competitivo. La convexidad asociada al conjunto de producción, los rendimientos decrecientes y la homogeneidad de grado uno garantizan un comportamiento matemático que está en la línea del proyecto teórico propuesto por Samuelson en sus Fundamentos (1947). Es más, desde el punto de vista del análisis dinámico, el modelo puede situarse, sin problemas, dentro del campo de la estática comparativa. Con su ayuda, estaríamos en

capacidad de comparar diversas posiciones de equilibrio (diversos estados estables) para una economía, sin tener que preocuparnos ni por sus condiciones de estabilidad, ni por el carácter de las trayectorias que llevarían a la economía de un estado estable a otro. El punto decisivo aquí es que siempre nos encontramos en el campo del equilibrio, donde la estabilidad no es problemática, y las trayectorias siempre convergen a un estado estable.

¿Cómo es posible este resultado? Porque la ecuación diferencial usada por Solow en su modelo pareciera estar asociada al comportamiento de sistemas dinámicos disipativos. Estos sistemas tienen la característica de poseer dinámicas que inevitablemente conducen a un equilibrio definido por el arribo a cero de la variable de movimiento o transformación del sistema. En nuestro caso, el sistema estaría en movimiento (es decir. Estaría acumulando capital) hasta que la variable de transformación k alcance un valor que haga $k = 0$, y la economía se sitúe en un estado estable. Una vez allí, puede procederse a un análisis de estática comparativa o a un ejercicio de convergencia para mostrar cómo economías, con tecnologías idénticas y tasas de crecimiento de la población similares y dotacionales distintas de factores deben, finalmente, converger hacia un mismo estado estable. Sin embargo, esta historia que, a primera vista, parece plausible en extremo, enfrenta serias dificultades. La primera tiene que ver con el uso de las ecuaciones diferenciales. Como lo planteó Georgescu-Roegen (1978), para olvido generalizado de la profesión o, al menos de los practicantes de la teoría del crecimiento, una familia de ecuaciones diferenciales sólo está identificada si conocemos sus condiciones iniciales, es decir “si el sistema de ecuaciones diferenciales representa una estructura real”, en cuyo caso:

“la regla de identificación es válida sólo si sabemos de antemano que la estructura real sigue una de las curvas de esa familia particular (y sólo si queremos identificar esa curva)”. (Georgescu-Roegen, 1978, P.313).

Se trata de una tradición proveniente de una ciencia muy admirada por los practicantes de la economía: la física. ¿Cómo puede evaluarse la teoría del crecimiento desde el punto de vista de esa tradición física? No muy bien, al parecer. En efecto, si observamos la forma en que los creadores del modelo ortodoxo de crecimiento enfrentan el problema de las condiciones iniciales, nos encontraremos con dos dificultades de marca mayor. Primero, en términos estrictos no hay una discusión seria de las condiciones iniciales. En otras palabras, no se intenta dar una respuesta a una pregunta de este tipo: ¿qué nos puede decir la economía -tanto teórica como observacionalmente- acerca del comportamiento real de una economía en crecimiento de manera que podamos delimitar unas condiciones iniciales específicas? Lo único que podemos entrever, leyendo de más en la estructura del modelo, es la elección de una función de producción en curvatura cóncava, homogénea de grado uno y con rendimientos constantes a escala y decrecientes a los factores. Pero la elección de esta función no está sustentada en ninguna evaluación seria de las variables que componen un sistema económico en crecimiento, de su evolución en el tiempo y de la información que nos permitiría adoptar una cierta forma de acotación para la región relevante. El contraste con la física es relevador aquí. Mientras en la física el uso de las ecuaciones diferenciales está determinado por la definición rigurosa de las condiciones iniciales, a partir de resultados experimentales bien establecidos y compatibles con la estructura teórica de la física, en economía el estudio de las condiciones iniciales se reduce a una elección que sigue la línea del menor esfuerzo matemático. En otras palabras, mientras las matemáticas

usadas en el modelo ortodoxo de crecimiento pueden estar bien desde un punto de vista estrictamente formal, el papel de la economía, como productora de los conocimientos que deberían permitir la acotación y definición de las condiciones iniciales de la ecuación diferencial usada en el modelo de Solow, es casi inexistente: la teoría económica tiene muy poco que decir acerca del comportamiento de una economía en crecimiento. Por eso, las exigencias observadas en la construcción del modelo son estrictamente formales: la pendiente de la curva $sf(k)$ debe ser mayor que la correspondiente a la recta nk , de forma que al cortarla, lo haga desde arriba y puede obtenerse un punto de equilibrio estable. Es obvio que en este punto podría argumentarse que el proceso de ajuste de la acumulación de capital a la tasa de crecimiento de la población tiene alguna justificación teórica y que, por tanto, el supuesto de una pendiente mayor para $sf(k)$ no es arbitrario del todo. Sin embargo, el problema de nuevo, viene del lado del conocimiento que poseemos acerca de las relaciones entre la expansión del producto y la de la población: el ajuste de la tasa de crecimiento del producto al crecimiento de la población está definido por la meta de un equilibrio de pleno empleo. Sabemos, sin embargo, que el equilibrio de pleno empleo no es un resultado establecido a partir del conocimiento de economías reales, sino que es un supuesto teórico, una de las varias alternativas para una economía en crecimiento. Segundo, tanto en la exposición verbal del modelo, como en su evaluación cualitativa, la forma en que se describe la trayectoria hacia el equilibrio hace pensar en la existencia de un sistema disipativo: desde cualquier punto de la función de producción habría una dinámica que llevaría inevitablemente al equilibrio. Sin embargo la analogía con la termodinámica es inexistente. En realidad la trayectoria descrita por la ecuación diferencial de Solow no tiene un comportamiento disipativo. Se requeriría de una función con una trayectoria periódica para justificar el por qué desde cualquier punto de la función se marcha inevitablemente hacia el equilibrio. De otro lado, puede sugerirse que una analogía con la termodinámica podría ser de interés para la teoría del crecimiento, siempre y cuando la teoría económica tomara en serio la construcción de sistemas dinámicos capaces de generar las dinámicas propias de los sistemas disipativos de la física.

La segunda gran dificultad que enfrenta el modelo de Solow está en la forma en que integra la dimensión temporal. El simple seguimiento de la exposición formal del sistema arroja un resultado paradójico: si bien nos encontramos estudiando un fenómeno en el que la dimensión temporal debe tener un papel decisivo (es decir, en un proceso de crecimiento el tiempo debe tener, en principio, una dirección definida), la exposición nos dice que el sistema de Solow tiene la propiedad de converger hacia el equilibrio en cualquier dirección, ya sea desde la izquierda o desde la derecha del punto de equilibrio definido por la intersección de $sf(k)$ y nk . Por eso, en diversas exposiciones del modelo de Solow las trayectorias hacia el equilibrio parecen ir en ambos sentidos: economías que han sobrepasado la proporción correcta de K/L , pueden regresar a ella guiadas por la caída en la productividad marginal del capital. Este movimiento de ajuste, natural en el contexto de la tradición del equilibrio competitivo, no es posible, sin embargo, en un mundo con flecha del tiempo definida. El ajuste, entonces, desde una posición de “abundancia” de capital, no es más que una falacia, producto de una muy interiorizada tradición en la que el ajuste al equilibrio se realiza a través de la reversibilidad en los movimientos de precios y cantidades. Es más, aún si se aceptara la posibilidad, válida para sistemas disipativos, de converger al equilibrio desde cualquier punto, surgirían dos dificultades: desde el lado de la economía, si estamos construyendo un sistema en crecimiento, el sentido de la flecha del

tiempo debería ser único y, desde el lado físico-matemático, un sistema que converja desde cualquier punto al equilibrio sólo podría ser descrito por ecuaciones mucho más complicadas que la escogida por Solow para su modelo de crecimiento.

Aparecen, entonces, varias preguntas: ¿Cómo pensar, por ejemplo, una economía con una $k > k^*$? ¿Cómo arribó allí? ¿Acaso partió desde una situación de abundancia de capital? Si es así, ¿cómo lo logró, sin haber antes arribado a $k = 0$? ¿Es acaso pensable una dotación de factores intensiva en capital sin tener en cuenta la historia -sin acumulación previa? En otras palabras, en el campo del crecimiento la mezcla didáctica y retórica de sistemas disipativos y reversibilidad puede llevar a verdaderas incongruencias. En sentido estricto, entonces, sólo el avance hacia el equilibrio desde la izquierda, o sea desde proporciones de K/L menores que la k de equilibrio, está definido. Sin embargo, las implicaciones de esta condición de irreversibilidad no han sido tomadas seriamente. Aquí habría que tener en cuenta varios problemas. Primero. si la economía sólo es analizable una vez se encuentre en equilibrio, el proceso para arribar a ese equilibrio de estado estable no haría parte del objeto de estudio de la teoría del crecimiento. El equilibrio existe en un riguroso presente, al que se ha arribado a través de una trayectoria de la que sólo tenemos un pedazo de información: que un sistema con ciertas propiedades matemáticas debe moverse inevitablemente hacia un equilibrio sobre el que sí podemos extraer conclusiones analíticas. Como lo plantea Ivar Ekeland (1988) en su discusión acerca de las implicaciones de los sistemas disipativos:

“Es tentador -e incluso realista, si el movimiento es lo suficientemente rápido- olvidar de los estados de transición, y ver sólo los estados finales e iniciales. La dinámica del sistema estaría dada, entonces, por la fórmula simple: estado inicial - -- > equilibrio final”. (Ekeland, 1988, 83).

En general, la tradición del crecimiento neoclásica nos puede contar una historia sencilla y elegante en la que sólo aparecen un estado inicial y un equilibrio final, pero no puede decir nada acerca del proceso de transición entre los dos.

Por eso, la tentación asociada a la temporalidad de los estados estables, de calcular la duración del proceso de convergencia hacia un estado estable para economías reales, resulta por lo menos dudosa. El problema con este tipo de cálculos es que se basan en el supuesto heroico de pretender describir el movimiento en el tiempo de una economía real con una sola variable de control, y asumiendo la existencia de una serie de constantes sobre las que sabemos muy poco, tanto en términos teóricos como empíricos. Mientras en la física se puede tener información exacta acerca de la magnitud de las constantes asociadas a determinado sistema, en la economía no podemos pasar de suponer, ya no sólo su probable magnitud, sino su misma existencia. Peor aún: si tomamos en serio la existencia de una familia de funciones de producción, y por tanto, de un conjunto de estados estables, la trayectoria interesante en el tiempo no es la que ocurre sobre un estado estable, sino la que va de un estado estable a otro, hasta constituir una senda de expansión en el tiempo para una economía. Pero esta trayectoria no está definida en el modelo neoclásico. La única que está definida es la asociada a estados estables individuales. Por lo tanto, hacer cálculos acerca del tiempo necesario para converger al estado estable no pasa de ser un ejercicio econométrica en el espíritu del más puro **wishful thinking**.

A esta altura, y como consecuencia de las observaciones anteriores, podríamos preguntarnos: Sí las limitaciones de los modelos de estado estable son tan evidentes a la hora de explicar y describir el proceso de crecimiento económico, ¿por qué, entonces, seguirlos usando?

3. IRREVERSIBILIDAD Y PROGRESO TÉCNICO

No debe olvidarse, sin embargo, que el modelo de Solow posee la virtud de la ductilidad. Por eso, hay que abrir otro capítulo en su historia: el del progreso técnico. No está de más recordar que en el artículo de 1956, Solow sólo le dedica unas cuantas líneas al problema del progreso técnico, y lo hace, además, asumiendo de entrada dos supuestos que marcarán en forma definitiva la forma en que se trata el progreso técnico en la tradición neoclásica. El primero es el de la neutralidad del progreso técnico: en principio, éste no cambia para nada las propiedades matemáticas de la función de producción agregada. En otras palabras, el, progreso técnico no sería más que un desplazamiento hacia arriba de la función de producción, que conservaría sus propiedades básicas. Pero esta formulación no es precisa del todo. En rigor, lo que ocurre es que la economía se traslada a una función de producción asociada a un producto mayor y, por tanto, a un nuevo estado estable. Es decir, que a pesar de que la relación K/L puede estar creciendo en el tiempo (avanzando hacia la derecha), la curvatura de las funciones de producción individuales pertenecientes a la familia descrita más arriba se conserva, garantizando así la asociación de un estado estable con cada función de producción. El segundo es que el progreso técnico es introducido en la formulación del modelo como un factor que multiplica a la función de producción agregada, en la forma $y = A(t) f(K, L)$. Y como lo plantea el propio Solow (1979, 172):

“El mapa de isocuantas no varía, pero la cifra de producción asignada a cada isocuanta se multiplica por $A(t)$. La forma en que la razón capital-mano de obra de equilibrio (ahora siempre cambiante) resulta afectada puede verse en un diagrama como el de la gráfica 1, “inflando” la función $sF(r,1)$ ”.

De nuevo, el introducir el progreso técnico en la forma de un factor que multiplica la función de producción garantiza el conservar las propiedades matemáticas fundamentales de la familia de funciones de producción postulada por Solow. Pero hay algo más importante. En términos tanto matemáticos, como intuitivos, el movimiento hacia la derecha y hacia arriba en el mapa de funciones de producción supone, otra vez, una relación problemática con la dirección en el tiempo del proceso de crecimiento económico. De hecho, Solow reconoce explícitamente lo que ocurre una vez que se introduce la posibilidad de progreso técnico:

“En realidad, ahora la razón capital-mano de obra nunca alcanza un valor de equilibrio sino que aumenta sin cesar”. (Ibíd., 173)

Esto supondría que la introducción del progreso técnico desencadena un proceso de crecimiento ininterrumpido, con relaciones K/L cada vez más altas, y estados estables situados cada vez más a la derecha y al norte del mapa de funciones de producción. Pero este cuadro, que supone una dirección definida e irreversible en el tiempo, no es compatible con el equilibrio competitivo y con el método de los estados estables, no sólo porque no habría ajuste al equilibrio vía la reversibilidad en K/L , sino porque el crecimiento sin

límites supondría rendimientos crecientes y, por tanto, una forma distinta para la función de producción. Por eso, Solow adopta la solución natural dentro de la tradición del equilibrio competitivo. Postular una función de Cobb-Douglas y, por consiguiente, una participación constante del trabajo en el producto, hasta llegar a una situación en que la relación K/Y sea otra vez constante. Aquí, de nuevo, el problema es de conveniencia matemática: la función de producción a la Cobb-Douglas implica la acción de una estructura matemática muy poderosa, el teorema de Euler, y de todo lo que se desprende de él: rendimientos constantes a escala, constancia en la participación de los factores, conservación de las tasas de sustitución marginal entre los factores. Es más: una lectura atenta de los textos de Solow del 56 y del 57 muestra que, en el primero, Solow es mucho menos ortodoxo en el tratamiento del problema y no asume en todas sus consecuencias la hipótesis, y la necesidad imperiosa para el modelo neoclásico, de la neutralidad del cambio técnico. De hecho, el cambio técnico neutral del primer artículo no es neutral en el sentido estricto, y no lo es porque Solow permite el crecimiento permanente de K/L , algo que iría en contravía del ajuste instantáneo a la K/L de equilibrio que postula el modelo ortodoxo. En El segundo, en cambio, Solow regresa a la estructura básica de su modelo y sienta las bases para la modelación futura del progreso técnico dentro del contexto del equilibrio competitivo.

Trabajar dentro de un contexto de neutralidad no es una elección sin consecuencias teóricas, sin embargo. En primer lugar, está afirmando algo que es muy difícil de demostrar -a menos que todo se quede en el terreno estricto de la conveniencia matemática: que el desplazamiento en el tiempo de una función de producción a otra tiene la propiedad de conservar, sin ningún cambio, la misma tasa de sustitución marginal entre los factores de producción. Nótese que se trata de desplazamientos en el tiempo de una función a otra y no sólo sobre la misma función. El supuesto de la conservación supondría que este tipo de economía es un sistema muy especial, capaz de moverse en el tiempo sin transformar las relaciones entre los factores, lo que en el mundo neoclásico de la producción, equivale a postular cambio técnico sin transformación de la técnica misma. Es decir, que estaríamos describiendo un progreso técnico sin progreso técnico. En últimas, se trata de un regreso a la versión del progreso técnico como la obtención de mayores cantidades de producto con el mismo uso de los factores -lo que en tiempos presentes se conoce como progreso por aumento de la eficiencia del trabajo, algo que se mide en unidades de trabajo eficiente y que rinde muy buenos frutos a la hora de hacer estudios econométricos.

Pero los problemas de tratar el cambio técnico en esa forma van más allá. Obsérvese que al postular un mapa de funciones de producción cóncavas, se está suponiendo el conocimiento y la disponibilidad total de las opciones tecnológicas existentes para cualquier economía. Bastaría con que ésta se situara en una cierta función de producción, de acuerdo a su dotación de factores, para que inevitablemente tendiera a un estado estable. Si se introduce cambio técnico en la forma planteada más arriba, la economía comenzaría a desplazarse hacia arriba y hacia la derecha sobre el mapa de funciones de producción. El problema con esta historia es que supone algo difícil de aceptar: que todas las funciones de producción asociadas a mayores cantidades de producto ya existen, no tienen que ser construidas, ni inventadas, ni siquiera imaginadas. Al igual que el consumidor racional de la teoría microeconómica, las economías escogerían en qué función de producción situarse, con qué técnica producir, sobre qué trayectoria crecer. En semejante contexto, no hay lugar ni para

el tiempo ni para la invención y la innovación. El tiempo no sería sino el presente de los estados estables, o la ficción mecanicista y calculable de la trayectoria hacia aquellos, mientras que la innovación y la invención desaparecerían en la infinita familia de funciones de producción postulada por Solow.

Aquí habría que regresar a un punto planteado por Young (1980) y Schumpeter (1935) hace ya muchos años: ¿Es válido describir el proceso de crecimiento económico (y, por tanto, el progreso técnico) dentro del contexto del equilibrio competitivo? ¿O es posible encontrar una estrategia de modelación distinta? Es obvio que la estrategia adoptada por los teóricos del crecimiento tiene todas las ventajas propias de la tradición del equilibrio competitivo: sencillez y ductilidad matemáticas, simetría interna, buen desempeño predictivo (dentro de una organización factual dependiente de los supuestos de la teoría). Y también sus desventajas: imposibilidad de integrar la dimensión temporal, las innovaciones y el cambio en general. El problema está en que los procesos excluidos de la versión tradicional del progreso técnico son aquellos que, en forma intuitiva, parecieran tener una relación más estrecha con los procesos de crecimiento y progreso técnico.

Esta exclusión no es casual. Responde a los rasgos básicos de la construcción de teoría económica dentro de la tradición del equilibrio competitivo. En ese contexto determinístico, en el que existe reversibilidad en el tiempo, y en el que prima el principio silencioso de la conveniencia matemática (entendido como la escogencia de los supuestos y las construcciones que aseguren la conservación de ciertas propiedades esenciales del modelo de equilibrio general competitivo), la construcción de nuevas teorías tiende, casi que espontáneamente, a excluir todo aquello que no sea modelable dentro de sus exigencias matemáticas. En general, la irreversibilidad del tiempo y los procesos de creación no son acomodables dentro de esa tradición. Las razones son profundas y decisivas a la hora de entender la encrucijada en la que se encuentra la teoría del crecimiento.

Tómese, por ejemplo, el cambio técnico. Cuando el modelo de Solow hace su irrupción en la teoría económica ya existían ciertas intuiciones y algunas teorías no formalizadas acerca de la importancia del cambio técnico para entender el crecimiento económico. Se sabía, además, que en esas primeras teorías (Schumpeter y Young son los mejores y más ilustres ejemplos) equilibrio y crecimiento con cambio técnico no eran compatibles. Es más: la intuición sugería que los procesos de crecimiento y creación eran más entendibles en un contexto de desequilibrio que en uno de equilibrio. En equilibrio, por definición, los empresarios no tendrían incentivos para introducir nuevos bienes y procesos, y el cambio técnico (que en este contexto tendría que ser tomado como un hecho del mundo) tendría que venir desde el exterior, como un factor exógeno (un *mana*, en el lenguaje de la teoría) cuya evolución no dependería de las fuerzas internas del sistema económico.

En principio, sin embargo, la exogeneidad del cambio técnico no tiene por qué tener connotaciones negativas. Podría suponerse que de la interacción del cambio técnico y otros factores exógenos con el modelo de crecimiento podrían surgir procesos de creación que situarían a la economía por fuera del equilibrio y ampliarían notablemente la cobertura del modelo de Solow. Pero no ha ocurrido así. De hecho, los factores exógenos del modelo Solow están sometidos a las condiciones impuestas por la estructura matemática del modelo. Mientras que la tasa de crecimiento de la población es una constante a la que la

tasa de crecimiento del producto debe acomodarse para generar un estado estable, el factor A multiplica la función de producción sin cambiar para nada las condiciones de equilibrio del sistema. Es más: el A no tiene por qué ser cambio técnico: es simplemente todo aquello que no es explicable a través de la aplicación física de los factores incluidos en la función de producción agregada. La argumentación va, entonces, en sentido contrario, a lo normalmente aceptado. El cambio técnico no es representado en el modelo de Solow por el factor A, es la A la que puede ser interpretada como cambio técnico, como residuo o como simple medida de nuestra ignorancia. De nuevo, predomina la conveniencia matemática. Una conclusión provisional puede sugerirse aquí: en general, los esfuerzos por introducir cambio técnico dentro del modelo de Solow son inocuos, y lo máximo que puede conseguirse es una representación forzada y contra intuitiva, dentro de una construcción en la que se privilegia el mantenimiento de sus propiedades matemáticas.

Ahora bien, piénsese en cómo podría integrarse dentro del modelo de Solow el proceso de cambio técnico. La solución natural sería describir el desplazamiento de la economía hacia el norte y la derecha del mapa de funciones de producción. De ese desplazamiento, sin embargo, el modelo sólo provee las funciones de producción y los estados estables asociados a los que arribaría la economía en su proceso de cambio técnico: sobre la trayectoria recorrida no tiene nada que decir. Por eso, la única descripción válida que puede hacer el modelo está dentro de los límites estrictos de la estática comparativa: podemos comparar dos situaciones de equilibrio distintas (es decir, dos estados estables distintos), pero no podemos decir nada acerca de la forma en que la economía alcanzó el nuevo estado estable.

Una alternativa obvia sería la de asumir el cambio técnico como una perturbación que desvía al sistema de su posición de equilibrio. Sin embargo el tratamiento de esta alternativa está sometida a serias limitaciones dentro del modelo de Solow. Si asumimos el cambio en la técnica como un incremento en k , el modelo puede, o situarse en un punto más a la derecha de la misma función de producción, o desplazarse hacia una nueva función de producción. Esta reacción depende en forma decisiva de la forma de la función de producción: el asumir una función de Cobb-Douglas o una CES con elasticidad de sustitución igual a 1 lleva, inevitablemente, a movimientos que se mantienen dentro del contexto estricto del equilibrio y de los estados estables. Si, por el contrario, asumiéramos que el cambio técnico implica un cambio de forma de la función de producción, el efecto de una innovación ya no sería el de un desplazamiento neutral a otra función de producción, sino el de la transformación de ésta en una función con rendimientos crecientes, que puede estar asociada a la existencia de múltiples equilibrios y de inestabilidad.

Es en este terreno en el que se define la encrucijada de la teoría del crecimiento y del progreso técnico. Si nos situamos en el mundo determinístico y predecible del equilibrio competitivo, el progreso técnico y el crecimiento mismo están restringidos por las exigencias matemáticas propias de esa construcción. En otras palabras, en la tradición del equilibrio competitivo la única descripción que podemos obtener de sistemas económicos en crecimiento es la que brindan los estados estables, y en éstos, como ya lo habíamos sugerido más arriba, no caben, en general, el cambio y la novedad. La vasta industria surgida a partir de la aparición del modelo de Solow es la comprobación exitosa de hasta dónde se podía avanzar siguiendo esa línea general de investigación. Por eso, todos los

intentos de introducir el cambio técnico en forma endógena han resultado o fallidos (Arrow, 1962; Kaldor, 1960, 1962, 1972), o han llevado a fisuras irreversibles con la tradición del equilibrio general competitivo (Romer, 1990, 1992a, 1992b, 1993).

En general, las limitaciones de estos intentos renovadores se encuentran en las mismas estructuras formales del modelo de Solow. Arrow(1962), por ejemplo, ve con extrema claridad el problema teórico que implicaba el que el conocimiento no fuera en el modelo de Solow sino una variable dependiente del parámetro tiempo. Desde el punto de vista empírico resultaba muy cómodo, pero desde el punto de vista explicativo era demasiado pobre. Sin embargo, cuando se enfrenta al problema de modelar su nueva explicación, Arrow tiene que regresar a dos mecanismos propios de la tradición del modelo de Solow: la incorporación del cambio técnico a la inversión bruta de capital (en otras versiones la incorporación se da a los propios bienes de capital: la tradición, sin embargo, es la misma), y la postulación del conocimiento como un subproducto inexplicado y creciente del proceso de producción. Más aún: cuando Arrow (p.159), llega a definir una nueva función de producción dentro de su modelo, se limita a plantear que ésta bien puede ser considerada como una función de producción en el sentido tradicional del término, pero no intenta investigar sus propiedades. Las limitaciones de la intervención de Arrow no están tanto en el carácter de su proyecto, ni en su falta de visión acerca de los problemas centrales de la teoría del crecimiento, sino en la tradición dentro de la que elige trabajar. El impacto de la tradición puede verse en una evaluación sencilla de los aportes del modelo: después de su aparición, es claro que no sabemos más acerca de cómo se produce el conocimiento y qué impacto tiene sobre una economía en crecimiento, ni hemos logrado superar la camisa de fuerza de las funciones de producción de “buen comportamiento”. Es evidente, entonces, la separación entre el contenido explicativo y exterior del modelo (el “learning by doing” proveniente de la psicología), y su estructura formal y matemática (proveniente de la tradición del equilibrio competitivo).

¿Hasta dónde puede llegarse por la vía de introducir transformaciones puntuales en las funciones de producción agregadas? Romer es quien sistemáticamente ha explorado más esta vía y ha alcanzado, a un tiempo, los mejores y los más preocupantes resultados. Su modelo de cambio técnico endógeno (Romer, 1991) es un ejemplo ilustrativo de hasta dónde puede avanzarse por la ruta de las transformaciones locales dentro de un contexto de equilibrio competitivo. El modelo contiene todas las características de los modelos de cambio técnico endógeno de los 80's: empresarios maximizadores que invierten en la producción de conocimiento para obtener rentas monopólicas, rendimientos crecientes al uso del conocimiento, capital humano, conjuntos de producción no-convexos. Pero el problema no está en los elementos incluidos en la modelación, sino en los puntos y en la forma en qué son usados. Como es bien sabido, en el caso del modelo de Romer, lo decisivo está en la localización de los rendimientos crecientes, la especificación del cambio técnico y la función específica de los sectores en qué se divide la economía. El sector de investigación produce diseños que se convierten, uno a uno, en un continuo aditivo, en bienes intermedios o de capital que luego son usados para la producción de bienes finales. El cambio técnico es, entonces, incorporado a los bienes de capital, manteniendo, de paso, los supuestos de continuidad y aditividad, más no el de perfecta sustituibilidad entre los n bienes de capital. Los rendimientos crecientes aparecen en la función de producción de bienes finales a través de la no-convexidad creada por el uso del conocimiento en la forma

de bienes de capital en su producción. El avance sobre el modelo de Solow es evidente y, sin embargo, el precio que debe pagarse por trabajar dentro de sus límites es bien alto. En últimas, la estructura formal, del modelo acaba generando un límite para la acumulación del conocimiento que no se deriva de la lógica interna del mismo (basada en la existencia de incentivos económicos para que la inversión en investigación y desarrollo se mantenga en el tiempo sino de una exigencia propia de la tradición del equilibrio competitivo. Por eso, Romer debe recurrir a la experiencia histórica y a otros criterios que no se derivan directamente de su modelo para justificar el por qué no se observa una tendencia al agotamiento de la inversión en investigación y desarrollo. Y no se trata de un problema de su modelo, sino de una limitación propia de los modelos de crecimiento construidos dentro de la tradición neoclásica: ¿cómo modelar procesos acumulativos dentro de una tradición matemática que privilegia el equilibrio y la maximización? Lo mejor que puede conseguirse es una trayectoria hacia el equilibrio final, a través de uno o varios estados estables.

De hecho, en términos estrictos, este tipo de modelos se basa en el uso de ecuaciones diferenciales de primer orden, cuyo rasgo característico es generar una relación instantánea entre la posición de un objeto y su velocidad., que permite el cálculo de ambas variables en cualquier instante, siempre y cuando la posición inicial en el tiempo cero sea conocida (Ekeland, 23). La pregunta interesante desde el punto de vista de la construcción de teoría económica es si éste tipo de estructura matemática es el más adecuado para entender y describir procesos de crecimiento. La analogía con la trayectoria de un cuerpo parece tentadora y productiva para la teoría del crecimiento: genera una formulación elegante y simétrica, determinística y predictiva, con todas las ventajas de lo formal y lo calculable. Sin embargo, una limitación crucial la acecha: no posee un mecanismo explícito para generar procesos acumulativos. La acumulación de capital viene dada exógenamente, a través de una tasa de ahorro determinada en otro espacio, y los efectos del cambio técnico no se acumulan: son instantáneos y no afectan la forma de la función de producción. Debe aclararse que esta objeción no proviene del realismo. Tiene que ver con la elección de alternativas para la construcción de la teoría del crecimiento. Si se escoge un camino determinístico, las funciones de producción y los estados estables se hacen inevitables y la forma en que han reaccionado los economistas ortodoxos (Mankiw et al., 1992) ante la nueva teoría del crecimiento es consistente con una elección tomada hace ya mucho tiempo: la única teoría plausible del crecimiento dentro de la tradición del equilibrio es la que está asociada al modelo canónico de Solow.

¿Existe una alternativa fuera del determinismo y de la tradición del equilibrio competitivo? Sí, pero como lo plantea Krugman (1991), es una tradición que al no haber producido modelos formales no ha participado, como protagonista, en la conversación sobre la teoría del crecimiento. La filiación puede remontarse hasta Smith (1776), para reaparecer en este siglo en los trabajos de los ya citados Young y Schumpeter y, más tarde, en los intentos de Kaldor y otros. Lo común a todos estos trabajos, y lo que constituye su verdadera ruptura con la tradición del equilibrio, está en su visión del crecimiento como un proceso auto-recursivo, de desequilibrio, que incluye rendimientos crecientes y posee una dirección irreversible en el tiempo. Al contrario de lo ocurrido con la tradición del equilibrio competitivo, los modelos formales y las estructuras matemáticas que se requerían para hacer avanzar este tipo de programa de investigación no estaban a la mano. Es más: podría pensarse en un inmenso desfase, de casi dos siglos, entre la propuesta de crecimiento auto-

recursivo de Smith, y el tratamiento formal de ese tipo de sistemas por parte de las ciencias más avanzadas, que es la misma distancia que medía entre la física newtoniana y la aparición de los sistemas complejos y la teoría del caos. En otras palabras, el proceso de crecimiento propuesto por Smith no era contemporáneo con los modelos físicos de su tiempo, como tampoco lo eran, para su época, las propuestas de Young y Schumpeter. Es en un concepto crucial dentro del trabajo de este último donde puede prefigurarse lo que estaba por venir: el proceso de creación destructiva propuesto por Schumpeter suponía dos rasgos que sólo vendrían a establecerse más tarde: que fuera del equilibrio se crea nuevo orden y que esa creación supone un proceso irreversible, es decir, la destrucción o transformación de lo existente.

¿Qué implicaciones tiene para la teoría del crecimiento el considerar tanto sistemas económicos fuera del equilibrio, como la irreversibilidad del tiempo? La respuesta más precisa y temprana, dentro del ámbito de la economía, viene de una de las voces menos escuchadas en la conversación económica de este siglo, la de Nicholas Georgescu-Roegen. Su primera razón es que existe

“una incompatibilidad irreductible entre el cambio cualitativo, o sea la novedad esencial, y las estructuras aritmofórmicas”. (Georgescu-Roegen, 1978, P.288).

Esta incompatibilidad supone que la novedad esencial a los procesos de cambio técnico e innovación no es representable, ni describible a través de estructuras aritmofórmicas, porque estas suponen, a su vez, la existencia de un orden fijo, cuyas propiedades se conservan en el tiempo. Si, como argumenta Georgescu-Roegen, lo interesante de los procesos de crecimiento y desarrollo está, precisamente, en el efecto transformador de la novedad sobre las estructuras existentes, la elección de estructuras aritmofórmicas para su representación no puede ser más contradictorio. (En honor a la justicia debe decirse, sin embargo, que en las estrategias de modelación tradicionales, la introducción de la novedad y el cambio cualitativo no han jugado un papel importante. De hecho, la introducción del cambio técnico a la teoría del crecimiento sólo fue considerada después de que la estructura aritmofórmica de ésta ya existía. La historia Posterior es bien conocida: la presencia del cambio técnico en el modelo de Solow, y en los desarrollos posteriores, ha estado marcada por una exigencia 1a crucial: la de conservar las propiedades matemáticas del modelo. De allí, entonces, la célebre neutralidad en sus diversas versiones). Otra vez, el problema crucial está en la adopción de la línea de menor resistencia matemática. La elección de una estructura aritmofórmica no provino, ni de la estructura natural del objeto de análisis ni de las exigencias internas de los procesos por estudiar. En el caso de la teoría del crecimiento, la introducción de la función de producción agregada, a la Cobb-Douglas o a la CES, fue el producto de su estructura matemática conservativa (vía el teorema de Euler) y de su conveniencia operativa para describir la producción dentro de un contexto de equilibrio competitivo. El salto analítico es mayúsculo: tomar un dispositivo estrictamente estático para describir un proceso dinámico y temporal, asignándole, de paso, una forma específica sin que mediara ninguna justificación para hacerlo. El procedimiento escogido va en contravía de las recomendaciones científicas tradicionales: en lugar de investigar las condiciones reales de los procesos de producción para luego sí estudiar las formas más apropiadas que deberían asumir las funciones de producción, se eligió, de entrada, la forma que implicaba la mayor facilidad matemática y computacional y la que mejor

encajaba, también, con el núcleo básico de la teoría dominante. Una vez escogida la forma de la función de producción, la expansión de su uso a otros campos de la teoría económica no se hizo esperar: su arribo al campo del crecimiento es uno de los mejores ejemplos de su sencilla eficacia. En un trabajo sobre la teoría de la producción, Georgescu-Roegen, luego de sugerir una representación alternativa a la función de producción neoclásica, plantea el problema de la elección de la forma matemática de la función de producción en estos términos:

“Sin embargo, la forma real de esta función está todavía abierta. Dado, que las bases de las cuales se deriva $T(Q)$ son tan complicadas como los sistemas (35) y (36), es difícil de ver cómo la estructura de esa función puede ser relacionada directamente con las propiedades formales de la función que describe el proceso fabril. De hecho, debido a las facilidades computacionales ofrecidas por la función de tipo Cobb-Douglas, ningún esfuerzo digno de mención se ha dirigido hacia la de determinar las propiedades formales de la función básica sobre la cual se basan la mayor parte de los trabajos corrientes”. (Georgescu-Roegen, 1971, p.293).l/

Pero Georgescu-Roegen va más allá de la no pertinencia de la forma escogida para la función de producción neoclásica, y pone en cuestión la eficacia misma de los modelos de crecimiento tradicionales. Es decir, de su capacidad para “producir” crecimiento dentro de su contexto formal:

“el mero crecimiento -es decir el cambio confiado a la cantidad- no puede existir en realidad en forma continua. Lo mismo se aplica aún al llamado estado estacionario. En suma, la existencia continua en un ambiente finito requiere necesariamente de un cambio cualitativo. Y este cambio cualitativo es el que explica la irreversibilidad del proceso económico; de todo proceso real en efecto”. (1978, p.288).

El problema planteado por Georgescu-Roegen es decisivo porque señala uno de los olvidos o vacíos mejor conservados en la teoría tradicional del crecimiento: el de la justificación de la continuidad en el tiempo de un proceso de crecimiento construido dentro de las exigencias aritmofórmicas de la propuesta de Solow. En efecto, si asumiéramos en todas sus consecuencias la analogía del crecimiento económico con la trayectoria de un cuerpo descrita por la mecánica, tendríamos que justificar de alguna forma la continuidad del proceso desde el lado de la economía. Como lo muestra Georgescu-Roegen, el simple cambio cuantitativo no justifica la continuidad del proceso (aún si se tratara de mantener el sistema en un estado de reproducción simple, o estacionario). Para que el proceso continúe se requiere de la introducción de cambios cualitativos que no pueden ser captados por la estructura mecánica adoptada por los modelos de crecimiento desde los tiempos de Harrod (Georgescu-Roegen, 298-303).

La fuerza de la argumentación Georgescu-Roegen puede verse en lo siguiente: aún si consideramos el cambio técnico como el simple resultado de la sustitución de los factores económicos para lograr combinaciones más eficaces de ellos, el resultado de esas nuevas combinaciones no puede reducirse, como lo plantea la teoría tradicional, a la obtención de

una mayor cantidad del mismo producto, sino que, por el contrario, implica la producción de novedad: nuevos procesos, nuevos bienes. Esta exclusión de la novedad es paradójica pues, a primera vista, la función de producción neoclásica, al postular la infinita sustituibilidad entre los factores de producción debería ser capaz de captar la novedad involucrada en cada nueva combinación productiva. Sin embargo, tal como lo plantean Ayres y Nair (1984), al predominar razones de conveniencia matemática en la construcción de las funciones de producción, lo que en apariencia era la adopción esperanzada y rigurosa de los métodos de la física, acabó convirtiéndose en el uso equívoco de algunas analogías y en el total desconocimiento de las leyes de la termodinámica:

“El problema está en que cualesquiera de estas funciones de producción (Cobb-Douglas o CES) tiene la propiedad matemática de que el proceso representado por $\Pi [(x_1, x_2 \dots) = (A_1 X_1^{\alpha_1} + A_2 X_2^{\alpha_2} + \dots)^{1/\alpha}]$ puede generar un producto dado, aún en el límite, mientras un insumo cualquiera desaparece, si existe la oferta de suficientes cantidades de otros factores. Así por ejemplo, uno puede reducir el insumo de materiales a cero, sustituirlo por suficiente capital y trabajo, y aún producir la misma cantidad de bienes. Obviamente esto es físicamente imposible: Ambos, los bienes finales producidos por la economía y el acervo de capital usado para producirlos, necesariamente incorporan una cierta cantidad de masa y energía. Masa y energía no pueden ser creados por el trabajo y el capital. El dominio de la sustituibilidad de masa o energía por trabajo o capital está, en el mejor de los casos, limitado a los usos no incorporados de masa y energía”. (Ayres, y Nair, 1984. p.68).

De aquí se derivan dos dificultades cruciales. La primera es que la adopción de analogías físicas no garantiza el tomar en serio las leyes de la física. En el caso de la teoría de la producción neoclásica, el asumir la viabilidad física de cualquier combinación de los factores supone un mundo ideal y estático en el que la termodinámica no contaría para nada, y en el que siempre sería posible la reversibilidad de los procesos productivos. Esto nos lleva a una muy antigua tensión de la filosofía occidental: la que enfrenta ser y devenir (Georgescu-Roegen, 1970, 1971). En general, la ciencia y la filosofía han producido conocimiento acerca del ser y, por tanto, han logrado avanzar en el conocimiento de lo que permanece: objetos cuyas propiedades no cambian en el tiempo. Esta tensión no es fácil de resolver y sólo en los últimos cuarenta años la ciencia ha puesto sus ojos en el devenir (Prigogine, 1955, 1988, 1992). En economía, hasta ahora, el estudio de los objetos ha excluido cualquier consideración seria del cambio y de las ideas (Romer, 1993), y ha privilegiado, por el contrario, la postulación y computación de objetos cuyas propiedades formales son definidas por consideraciones de pura conveniencia matemática.

La segunda es que la introducción de nuevas combinaciones productivas está ligada, en forma inevitable, a la producción de nuevos bienes y, por tanto, a la aparición de cambio cualitativo y novedad. Georgescu-Roegen lo plantea así:

“Y si abandonamos ahora el hábito mental de creer que todos los factores de productivos pueden sustituirse entre si sin sufrir necesariamente un cambio cualitativo, debemos afrontar inevitablemente la verdad de que todo cambio en la combinación de factores implica un cambio cualitativo. No hay duda de que un

método intensivo en capital para la manufactura de zapatos emplea máquinas diferentes, personal diferente y probablemente a un materias primas diferentes que una técnica menos intensiva en capital. También los dos tipos de zapatos son cualitativamente diferentes. (...)La introducción de un nuevo método de producción cambia necesariamente el espectro de los bienes y, a la inversa, tal cambio implica alguna innovación de la técnica de producción. (...). Una metáfora que a Schumpeter le gustaba repetir ilustra de modo incisivo la diferencia: Juntamos, uno tras otro, cuantos carros del correo deseemos: nunca obtendremos así un ferrocarril. (Schumpeter, 1934, p.64 n; 1935, página 41)". (Georgescu-Roegen 1978, p.300-1).

En 1935, Schumpeter señaló -sin mucho éxito, al parecer- las dos alternativas básicas que se abrían para el estudio de los procesos de crecimiento. De un lado, estaba la alternativa tradicional, compatible, en la terminología de Schumpeter, con la metáfora del sistema económico como un vasto flujo circular, sin dirección en el tiempo y sin cambios en los bienes y en los procesos productivos. Es un mundo en el que predominan la convexidad en la producción, la infinita sustituibilidad entre los factores y el equilibrio. Allí, el crecimiento no puede ser sino el incremento en el tiempo, compatible con una tasa constante de crecimiento de la población, de una cierta variable (producto per-cápita, por ejemplo), sobre una trayectoria que converge inevitablemente a un equilibrio o estado estacionario. Es un gesto que puede parecer sorprendente, Schumpeter define este tipo de alternativa como el "crecimiento":

"Por 'crecimiento' queremos decir los cambios en los datos económicos que aparecen continuamente en el sentido de que el incremento o disminución por unidad de tiempo puede ser absorbido normalmente por el sistema sin una perturbación aparente. El incremento de la población, que da lugar a un incremento máximo de la oferta de trabajo de un pequeño porcentaje anual (históricamente, un incremento del 3% anual es ya muy alto), es un ejemplo importante. Si los factores que entran en esta categoría fueran los únicos que actuaran, el concepto de tendencia, así como su determinación por los mínimos cuadrados u otros métodos basados en hipótesis similares, tendría un significado económico evidente". (Schumpeter, 1968, p.135).

Es decir, que en sentido estricto, y situados dentro del contexto del equilibrio competitivo, crecimiento no puede ser nada muy distante de que lo Solow definió en su célebre modelo. La otra alternativa, en cambio, parecía cubrir un terreno más amplio, mucho menos bien definido, un terreno incompatible con el mundo determinista y predecible del equilibrio general competitivo. Es el mundo del cambio económico. Schumpeter lo definió así:

"Este cambio histórico e irreversible en la manera de hacer las cosas, lo llamamos 'innovación' y lo definimos: innovaciones son los cambios en las funciones de producción que no pueden ser reducidos a pasos infinitesimales. Por muchas diligencias que se sumen, no se podrá obtener jamás un ferrocarril". (Schumpeter, *Ibíd.*).

Como puede observarse, las dos definiciones de Schumpeter marcan la agenda para dos programas de investigación bien definidos y diferentes. Uno, el iniciado por Solow en los cincuentas, y otro el esbozado por Young y Schumpeter en las primeras décadas de este siglo y retomado en los últimos años por un grupo muy diverso de investigadores. Una dificultad decisiva debe enfrentar el nuevo programa de investigación en el campo del cambio económico. Una dificultad de la que se desprenden otras, y que puede expresarse en una fórmula sencilla: su relación difícil y volátil con el núcleo teórico del programa neo-Walrasiano de investigación. En efecto, el programa de Solow fijó una serie de exigencias para lo que debería ser un buen modelo de crecimiento. Una de ellas, y una de las más importantes desde el punto de vista de la política económica, es su carácter agregado. Esta característica del uso que hace el modelo de Solow de la función de producción neoclásica le permite generar datos agregados del crecimiento del producto y de la contribución de los factores y del progreso técnico a la expansión del primero. Pero esta fortaleza del modelo es, a la vez, una de sus mayores debilidades. La razón decisiva es la siguiente: las contribuciones de los distintos factores productivos al crecimiento del producto pueden, ser agregadas porque se asumen independientes: tanto el capital, como el trabajo, como el capital humano, o como cualesquier otro factor que se quiera agregar del lado derecho de la función de producción, contribuiría al producto final en forma separada, es decir, sin tener ninguna relación de interdependencia entre sí. El agregado final viene a ser, entonces, la simple suma de las partes y no el resultado de las posibles interacciones entre las distintas fuentes del crecimiento. Y de la agregación al progreso técnico como residuo sólo hay un paso, necesario y lógico al mismo tiempo, como muy bien lo muestra Abramovitz (1993):

“La contabilidad normal del crecimiento está basada en la noción de que las numerosas fuentes aproximativas del crecimiento que logra identificar operan independientemente. La implicación de este supuesto es que las contribuciones, atribuibles a cada una pueden ser sumadas. Y si la contribución de cada fuente sustancial distinta al progreso técnico ha sido estimada, lo que quede de crecimiento -es decir, lo que no esté contabilizado por la suma de las fuentes medidas- es la presunta contribución del progreso técnico”. (Abramovitz , 1993, p. 220).2/

¿Qué es lo que se pierde, entonces, y qué es lo que se gana con la contabilidad agregada del crecimiento? Se gana, por supuesto, la construcción de unos números con los que se puede producir recomendaciones de política y hacer comparaciones entre las experiencias de crecimiento de distintos países. Lo que se pierde es la posibilidad de entender las interacciones, de doble vía, entre los factores productivos y el cambio técnico. Es decir, el efecto sobre el crecimiento de todas aquellas interacciones que no son visibles a través del prisma del mercado, entendido a la manera de la teoría tradicional. La lista es larga, pero está sesgada del lado de lo intangible economías de aglomeración, interacciones entre el progreso técnico y la acumulación de capital intangible, tanto humano como de otro tipo, complementariedades, diversas externalidades positivas. A pesar de sus obvias diferencias, y de que algunas pueden ser captadas dentro de la teoría tradicional (como es el caso de las externalidades), lo que las une es el hecho de ser el resultado de relaciones que, en general, no pueden ser capturadas por la teoría económica tradicional. Y ello, por una razón muy sencilla:

porque no pueden ser descritas como el resultado determinístico y previsible de la acción racional de los agentes económicos. La conclusión es más o menos clara: la investigación de las interacciones que constituyen la trama decisiva del cambio económico va por un camino distinto al de la contabilidad agregada del crecimiento propio del modelo tradicional. Para el nuevo programa de investigación, entonces, renunciar a lo agregado - o, al menos, a lo agregado entendido a la manera del modelo tradicional- implica quedar por fuera de la conversación macroeconómica sobre crecimiento. Ello supone, al menos por ahora, trabajar dentro de campos locales, con pretensiones de generalidad y agregación mucho menores, y con posibilidades de reconocimiento por parte de la ortodoxia bastante limitadas. En lugar de la nueva gran teoría del crecimiento, objetivos más modestos, entonces: entender ciertos procesos, ciertas interacciones, ciertas historias que la teoría tradicional ni siquiera puede considerar. En últimas, podemos situarnos de nuevo en la encrucijada planteada por Schumpeter en 1935, y entender por qué el célebre artículo de Lucas (1988), "On the mechanics of economic growth", tiene ese título, y por qué, por ejemplo, a pesar de haber comenzado en la misma tradición, el último artículo de Romer (1993) se titula "Idea gaps and object gaps in economic development".

NOTAS

1/ En este artículo, Georgescu-Roegen intenta formalizar una teoría alternativa de la producción sobre la base de considerar explícitamente el papel del tiempo, la termodinámica y el sistema fabril en el proceso productivo. Para ello, define una frontera para el proceso productivo, según la cual un insumo es todo aquello que cruce la frontera de afuera para adentro y producto todo aquello que lo haga en la dirección opuesta. De otro lado, el proceso productivo ya no es representado por una función, sino por un funcional (un conjunto que representa las relaciones entre diversas funciones. A esto debe agregársele la introducción de flujos y fondos, de un lado, y de residuos, del otro. Las muy complejas expresiones (las ecuaciones 35 y 36 citadas por el autor en la conclusión de su artículo) que resultan de este tipo de construcción llevaron a Georgescu-Roegen a afirmar que no se podía derivar una forma definida -y mucho menos la forma elegida por la teoría neoclásica- para la función de producción o, mejor, para el funcional sugerido por él. Al lector interesado se le recomienda seguir todo el artículo de Georgescu-Roegen para entender el conjunto de su argumentación y sus implicaciones para la teoría de la producción.

2/ Aquí en Colombia, Lauchin Currie ha sido uno de los críticos más agudos de esta tendencia contable de la teoría del crecimiento ortodoxa. En uno de sus últimos artículos, el profesor Currie lo planteaba así: “Realmente esta línea de pensamiento estuvo basada en un uso mal aplicado de la teoría de la productividad marginal al crecimiento. Existe una diferencia entre la productividad marginal de un factor y la explicación del crecimiento en el producto total. Por ejemplo, la mayor parte de la gente que está trabajando recibe pago por su ‘producto’ aunque su trabajo puede no contribuir al crecimiento. Una contribución en el sentido ordinario del término, implica una disminución en el costo. El trabajo ejecutado en el sector informal de los países menos desarrollados, o el trabajo que es llevado a cabo en forma invariable, no contribuye al crecimiento. Sin embargo, en una economía en crecimiento, los salarios crecen al haber una escasez creciente en su población, lo cual permite decir que el contenido físico constante de su trabajo está siendo valorada a una tasa más alta, o que su ‘productividad’ ha aumentado. De ahí la importancia de hacer la distinción entre productividad y contribución”. (Currie, 1993, 383-84).

REFERENCIAS

Abramovitz, M. 1993. The search for the sources of growth: areas of ignorance, old and new **The Journal of Economic History**, 53: 217-243.

Arrow, K. 1962. The economic implications of learning by doing **Review of Economic Studies**, 29: 155-73.

Ayres, R. and Nair, I. 1984. Thermodynamics and economics **Physics Today**, 37: 62-71.

Currie, L. 1993. La Teoría del Crecimiento **Cuadernos de Economía**, 13: 377-91.

Ekeland, I. 1988. Mathematics and the unexpected **The University of Chicago Press: Chicago**.

Georgescu-Roegen, N. 1970. The Economics of production (**Richard T. Ely lecture**), **American Economic Review**, 60: 1-9.

----- **1971.** Process Analysis and the neoclassical theory of production", **American Journal of Agricultural Economics**, 54: 279-94.

----- **1978. Los modelos dinámicos y el crecimiento económico**, C. Dagum (comp.), **Metodología y crítica de la teoría económica** FCE: México, pp. 284-319.

Kaldor, N. 1960. Essays in Economic Stability and Growth Duckworth: London.

----- and J.A. Mirrlees. 1962. **A new model of economic growth**, **Review of Economic Studies**, 29: 174-92.

Kaldor, N. 1972. The irrelevance of equilibrium economics **Economic Journal** 82:1237-55.

Krugman, P. 1991. Towards a new counter-counter revolution in economic development World Bank's Annual Conference on Development Economics. Washington, D.C.

Lucas, R.M. 1988. On the mechanics of economic development **Journal of Monetary Economy** 22: 3-42.

Mankiw, N.G. et al. 1992. A contribution to the empirics of economic growth **The Quarterly Journal of Economics** May: 407-35.

Prigogine, I. 1955. Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes John Wiley & Sons: New York.

----- **1989. ¿Tan Sólo una Ilusión? Una Exploración del Caos al Orden** Tusquets: Barcelona.

----- 1992. **Beyond being and becoming**, Marylin Berlin Snell (interviewer), NPQ, spring, pp. 22-28.

Romer, P. 1990. **Are Nonconvexities important for Understanding Growth?** American Economic Review 80:97-103.

----- 1991. **El cambio técnico endógeno**. El Trimestre Económico LVIII: 441-80.

----- 1992a. **Dupuit triangles and deadweight triangles: old lessons for development new growth theory** Fifth American Seminar on Economics, Instituto Torcuato Di Tella.

----- 1992b. **Two Strategies for Economic Development: Using Ideas Vs. Producing Ideas**. World Bank's Annual Conference on Development Economics, Washington, D.C.

----- 1993. **Idea gaps and object gaps in economic development** World Bank conference: How Do national policies affect long run growth? Feb. 7-8, Washington D.C.

Schumpeter, J.A. 1968. **El análisis del cambio económico** Reproducido en Richard V. Clemence (comp.), Ensayos de J.A. Schumpeter, Oikos: Barcelona.

Solow, R.M. 1979. **Un modelo de crecimiento y Cambio técnico y la función de producción agregada**, en: A. K. Sen (comp.), Economía del Crecimiento, FCE: México.

Young, A. 1980. **Rendimientos crecientes y progreso técnico** Revista de Planeación y Desarrollo pp.103-14.