

## VARIABLES DE CONTROL EN UN MODELO DE DESARROLLO CON AUTOORGANIZACION: ANALISIS DE POLITICAS ECONOMICAS CON PRESUPUESTO EQUILIBRADO

SILVIA LONDON

### Resumen

*Durante las décadas de los 50 y 60 emergió la llamada Teoría del Desarrollo. Posteriores dificultades en la presentación de los modelos subyacentes en las teorías y el fracaso de las políticas implementadas a partir de ellas llevaron a que esta teoría prácticamente desapareciera como cuerpo teórico. Sin embargo, con el surgimiento en los 90 de los estudios sobre complementariedades y externalidades en economía, el análisis no lineal y el análisis institucional, la vieja Teoría del Desarrollo ha retomado un lugar importante en las discusiones académicas. En esta dirección este trabajo continúa una serie de investigaciones tendientes a establecer las herramientas formales de análisis para la representación de los modelos de desarrollo. Se presenta un modelo no lineal de desarrollo con el propósito de identificar las posibles candidatas a variables de control para la realización de políticas económicas, previo análisis de causalidad basado en la metodología de Ordenamiento Causal presentada por Iwasaki y Simon. Posteriormente se aplicará en el modelo una política económica específica sobre la base de la restricción de mantener el presupuesto gubernamental equilibrado. La inclusión en el análisis de un modelo autoorganizado no lineal impide arribar a una solución analítica que describa el comportamiento del sistema, por lo que el estudio del mismo se realizará sobre la base de simulaciones de distintos escenarios. Esta característica hace que las conclusiones derivadas del análisis sean específicas para el tipo de estructura y valores planteados. A pesar de ello es posible extraer algunos resultados de carácter general, a la luz de la Teoría sobre la que se basa el modelo.*

### Abstract

*The decades of 1950 and 1960 were the heyday of the Theory of Economic Development. Later on, difficulties in modeling the complex features of the development process and the failure of the policies recommended on the basis of the theory lead to the virtual demise of this area of research. The 1990s brought about a change in this trend, particularly due to the introduction of new fea-*

*tures into the analysis of development processes. So, the renewed interest in the nature of complementarities and externalities, together with the emphasis on non-linear models as well as on the institutional features of economies, lead to a fresh insight into the older presentations of Development Economics. In this line, this work presents a discussion about certain formal tools that we think will become handy in the analysis of development phenomena. We present a non-linear model of development, on which we perform a causality analysis, in order to identify variables that could be selected as candidates to the application of control. This could help in the design of political economies. In fact, in the paper we present a specific example of a policy intended to induce a fast development while keeping a balanced budget. Since in our model the non-linearities lead to self-organization, analytical solutions are not available. Therefore, we run simulations to show the results of using different control variables for the development process. It becomes evident that the variables detected in our causality analysis perform better. We draw from this fact general conclusions that we think may apply to every branch of Development Theory.*

Clasificación JEL: *O20, O23, O41.*

Palabras clave: *Modelos de Desarrollo, Análisis no lineal, Ordenamiento Causal.*

## INTRODUCCIÓN

Durante las décadas de los 50 y 60 emergió la llamada Teoría del Desarrollo, cuyos trabajos seminales se encuentran en las obras de P. Rosenstein-Rodan y A. Hirschman, entre otros. Dificultades en la presentación de los modelos subyacentes en las teorías y el fracaso de las políticas implementadas a partir de ellas parecerían ser la razón por la cual la Teoría del Desarrollo se desmembró en varias subdisciplinas de la economía, desapareciendo como cuerpo teórico (London, 1996). Sin embargo, con el surgimiento en los 90 de los estudios sobre complementariedades y externalidades en economía, el análisis no lineal y el análisis institucional, la vieja Teoría del Desarrollo ha tomado fuerza como explicación para la creciente disparidad en el desempeño de las distintas naciones del mundo, y ha retomado un lugar importante en las discusiones académicas (Krugman, 1996; Ray, 1998).

Este trabajo continúa una serie de investigaciones tendientes a establecer las herramientas formales de análisis para la representación de los modelos de desarrollo. Específicamente se tomará un modelo no lineal de desarrollo (London-Tohmé, 1993, 2001) con el propósito de identificar las posibles candidatas a variables de control para la realización de políticas económicas. Para ello se realizará un análisis de Ordenamiento Causal del modelo presentado (Iwasaki y Simon, 1986, 1994; London 2003). Posteriormente se aplicará en el modelo una política económica específica sobre la base de la restricción de mantener el presupuesto gubernamental equilibrado.

La inclusión en el análisis de un modelo autoorganizado no lineal impide arribar a una solución analítica que describa el comportamiento del sistema. Por lo tanto, el estudio del mismo se realizará sobre la base de simulaciones de

distintos escenarios. Esta característica hace que las conclusiones derivadas del análisis sean específicas para el tipo de estructura y valores planteados. Sin embargo, y como punto final del trabajo, se intentará extraer algunos resultados de carácter general, a la luz de la Teoría sobre la que se basa el modelo.

### UN MODELO NO LINEAL DE DESARROLLO<sup>1</sup>

La representación formal de los distintos enfoques de desarrollo no es una tarea sencilla, dado que los mismos describen relaciones y comportamientos complejos que difícilmente puedan ser representados con ecuaciones diferenciales o en diferencias ordinarias. Los parámetros que cambian mientras el sistema evoluciona, el impacto de los shocks exógenos ante las distintas configuraciones de los sistemas, etc., constituyen claros ejemplos de comportamiento complejo. Las innovaciones schumpeterianas, así como la teoría del crecimiento desequilibrado de Hirschman, representan hitos fundamentales en la historia del pensamiento en desarrollo económico, y un programa de investigación que intente formalizarlos difícilmente logre un modelo representativo utilizando relaciones lineales.

A partir de las herramientas formales derivadas del análisis no lineal, es posible intentar avanzar en la formalización de estas teorías. Así, el modelo que se propone sigue los lineamientos formales de un sistema autoorganizado abierto, tipo autómatas celular. En particular, este modelo se comporta como un autómata celular que a partir de un estado inicial y una perturbación al mismo evoluciona hasta alcanzar un nuevo estado (que puede ser perturbado posteriormente). La autoorganización aparece en el nuevo estado estable que el sistema alcanza después de la transición, posterior a la perturbación.

Siguiendo las definiciones de J.H.G. Olivera (en London (1996)), se define al grado de desarrollo de un sistema, y su tasa de variación, como:

$$(1) \quad \alpha P_p = P_a$$

$$D \log \alpha + D \log P_p = D \log P_a$$

donde:

$\alpha$  : grado de desarrollo  
 $P_p$  : producto potencial  
 $P_a$  : producto real

Suponemos que en los países en desarrollo la expansión de la tasa de crecimiento dada por  $D \log P_p$  depende del crecimiento de los factores primarios y del progreso técnico neutral de Harrod. La tasa de desarrollo  $D \log \alpha$  depende de la acumulación del capital y de las condiciones que permiten (o limitan) que este proceso de acumulación tenga lugar: existencia de mano de obra califica-

<sup>1</sup> La primera versión del modelo se encuentra en London-Tohmé 1994, y en un trabajo posterior en London-Tohmé 2001.

da, dirección empresarial, marco institucional, etc. Interviene también en la determinación de  $Dlog\alpha$  el diferente grado de aprovechamiento de los factores disponibles para la producción entre los distintos sectores de la economía.

Partiendo de un producto potencial dado por la plena utilización de los recursos de los cuales la economía se encuentra mejor dotada (generalmente mano de obra y recursos naturales en países en desarrollo) podemos entonces considerar, *ceteris paribus*, que  $DlogPp$  es igual a la tasa de crecimiento de la población (que es el recurso económico más abundante) más la tasa de progreso técnico. Ambas tasas se toman constantes y exógenas. Esta es una simplificación extrema, sobre todo teniendo en cuenta que el progreso técnico puede depender de las condiciones mismas del modelo, es decir que sea endógeno (ver, por ejemplo, Aghion y Howit, 1999). Además, el crecimiento de la población económicamente activa puede sufrir fluctuaciones en el transcurso del proceso de desarrollo, hecho que no será considerado en este sencillo modelo.

Se plantea un sistema dinámico-histórico, en el sentido que pueden establecerse relaciones funcionales entre variables en diferentes puntos del tiempo, que resulta ser una variable independiente.

Consideremos un reticulado completamente conexo, cuyos nodos serán llamados sectores. Cada sector tendrá asociadas las siguientes variables:

- Producto potencial: el máximo producto que puede ser obtenido con los recursos con los cuales el sector está mejor dotado
- Grado de desarrollo (al que se le asigna un valor inicial)
- Producto real: obtenido a partir de la demanda de la producción del sector

Existen economías externas que provocan el incremento en la producción de otros sectores en respuesta al incremento en el producto real –y por ende del grado de desarrollo– de sectores asociados. Tales economías pueden darse por condiciones técnicas, variaciones en las condiciones macroeconómicas en respuesta a necesidades de ciertos sectores de gran influencia (reformas jurídicas, laborales, previsionales, etc.), o por efecto de las expectativas de los agentes económicos. Se consideran los efectos reales de los cambios producidos, quedando fuera de este primer análisis los aspectos monetarios. Se supone la existencia de efectos multiplicadores intrasectoriales, es decir, la influencia de la producción de un sector sobre el crecimiento futuro del mismo sector. Por otra parte, suponiendo que el Producto Potencial de cada sector crece a una tasa  $\alpha$ , resultaría que el grado de desarrollo  $\alpha$  (que toma valores en el intervalo unitario) crece a la tasa:

$$(2) \quad Dlog\alpha = DlogPa - \alpha$$

Definimos el grado de desarrollo de cada sector como:

$$(3) \quad \alpha_i Pp_i = Pa_i$$

Los planes de producción de cada sector  $i$  responden a las demandas de los productos del sector, con un retraso de tipo Lundberg:

$$(4) \quad Pa_i^t = F_i(D_i^{t-1})$$

Las variaciones en la demanda del sector  $i$  vienen dadas por las variaciones en la producción de los demás sectores  $j$ , ponderadas por las necesidades de productos de  $i$  en la producción de los  $j$  ( $k_{ij}$ ) más un componente  $H_i^t$  que indica variaciones exógenas en la demanda (cambios de expectativas, modificaciones en los patrones de consumo o inversión, políticas fiscales, etc.):

$$(5) \quad D_i^t - D_i^{t-1} = \sum k_{ij} * (Pa_j^t - Pa_j^{t-1}) + H_i^t$$

Suponemos que todos los sectores tienen la misma función de producción  $F_i$ , con la siguiente caracterización:

$$(6) \quad f(x) \begin{cases} P_p, & \text{si } x > P_p / \varepsilon \\ \varepsilon x, & \text{si } x \in [\delta \cdot P_p / \varepsilon, P_p \varepsilon] \\ \beta senx + \tau, & \text{si no} \end{cases}$$

Esto significa que la reacción de la demanda de un sector a las demandas y ofertas de los demás sectores oscila si los valores de dichas variables no superan, en conjunto, un cierto umbral. Pasado el mismo, la reacción es positiva hasta llegar al valor máximo posible. Esta función de respuesta puede basarse en un comportamiento de minimización de costos de cada sector, para el cual la cantidad demandada en el período anterior es una cota superior. Para que tenga esta forma funcional es suficiente considerar la existencia de no convexidades para cantidades relativamente bajas, y monotonidades para valores más altos.

Una vez dada la especificación del modelo se hace necesario determinar las trayectorias posibles de la variable “grado de desarrollo”. Sin embargo, consistiendo la representación en una familia interrelacionada de ecuaciones en diferencia (parciales), no resulta posible hallar soluciones analíticas.

En estos casos conviene simular el modelo, dando valores a los parámetros del mismo y obtener, mediante una simple integración numérica, a partir de condiciones iniciales alternativas, las trayectorias buscadas. Antes de fijar los valores de los parámetros para plantear las simulaciones del modelo se realizará un análisis de causalidad con el propósito de determinar las posibles candidatas a variables de control en el modelo propuesto, dado que el objetivo principal es el de realizar políticas económicas tendientes a incrementar el grado de desarrollo global del sistema.

### ANÁLISIS DE CAUSALIDAD: EL MÉTODO DEL ORDENAMIENTO CAUSAL

La importancia del estudio de causalidad en economía radica en la correcta identificación de variables de control para la realización de políticas económicas. El objetivo de este tipo de análisis es explicar el funcionamiento de un sistema a partir de las relaciones causales del mismo, teniendo en cuenta que para el establecimiento de tales relaciones se requiere de construcciones teóricas: detrás de toda relación causal hay una teoría.

El presente estudio se concentra en la dimensión conceptual de la causalidad, es decir, qué concepto o conceptos de causación se poseen o se emplean. De

esta forma se dejan de lado la dimensión epistémica (sobre lo que podemos conocer sobre la causación de los objetos y cómo conocemos lo que conocemos) y la fáctica (qué es la causación en los objetos como rasgo del mundo, completamente objetiva e independiente de nuestros pensamientos).

A la hora de realizar un análisis causal en un **sistema complejo** (como el modelo autoorganizado de la sección anterior) es fundamental tener en cuenta las características propias de tales sistemas, dado que son estas particularidades las que obligan a abandonar la típica noción de causalidad newtoniana para incorporar una noción más amplia. Una de las características más importantes en este tipo de sistemas es la de presentar *comportamiento emergente*: el sistema presenta *resultados locales* derivados de leyes locales de acción y *propiedades emergentes*, que se producen a nivel agregado.

Para la correcta identificación de las variables de estado y las relaciones causales entre ellas se debe primero realizar un estudio de estructura, para luego analizar cambios en las variables de estado. Para la consecución de este fin consideraremos el método del Ordenamiento Causal (Iwasaki y Simon 1986, 1994). Se trata de un método sintáctico, basado en la división de un sistema  $S$ , formado por grafos con nodos y variables exógenas en subsistemas  $S(i)$ , cada uno de los cuales con igual cantidad de ecuaciones e incógnitas. Los valores obtenidos en cada subsistema serán, a su vez, variables exógenas para otro subsistema  $S(i)$ . El tipo de causalidad es directa: si no hay conexión entre grafos no hay relación causal.

Formalmente:

Sea  $S$  un sistema de  $n$  ecuaciones con  $n$  incógnitas. Sea  $S_o$  la unión de todos los subconjuntos  $S_o(i)$  tal que:

- para cada  $i$  hay tantas ecuaciones como variables en  $S_o(i)$
- para cada  $i$  ningún subconjunto de  $S_o(i)$  tiene esta propiedad

Cada  $S_o(i)$  es llamado el subconjunto mínimo completo y  $S_o$  es el conjunto de todos los subconjuntos mínimos de orden cero.

Cada  $S_o(i)$  debe ser consistente (una ecuación, una incógnita).

Cada  $S_o(i)$  se resuelve independientemente del resto de  $S$  u otros  $S_o(i)$ . Un cambio en una variable en  $S_o(i)$  afecta al menos una variable en  $S'$  (resto del conjunto).

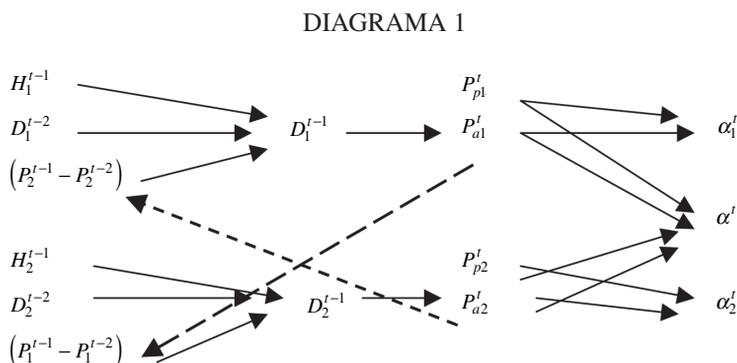
El método propuesto es presentado inicialmente por Simon para un sistema estático en equilibrio. Posteriormente se amplía el enfoque para incorporar sistemas dinámicos, dado que en estos sistemas la existencia de *loops* (bucles) de retroalimentación dificulta la determinación de la dirección causal en el bucle. Así, el método para sistemas dinámicos tiene en cuenta relaciones causales en un modelo representado por un sistema de ecuaciones diferenciales (de primer orden o superior). El valor de la variable en cualquier momento del tiempo define el estado del sistema, y los cambios en los valores de las variables (sus primeras derivadas) determinan el estado de cada momento.

El modelo de desarrollo planteado más arriba presenta algunas dificultades, dado que se trata de un sistema dinámico que posee ecuaciones en diferencias, ecuaciones lineales y ecuaciones no lineales. Por otro lado, se trata de un sistema abierto (sumergido en un determinado medio ambiente) que recibe una influencia exógena ( $H$ ) que modifica su comportamiento interno.

Teniendo en cuenta las características señaladas se realiza el análisis de causalidad en base a los lineamientos principales del método de Ordenamiento Causal. A sólo efecto de poder realizar una representación gráfica, se considera el caso de dos sectores, siendo válidas las conclusiones para N sectores.

El análisis de la estructura del sistema señala como ecuaciones estructurales la (1), la (2), la (3), la (4) y la (5). La ecuación (6) establece el modo de conexión entre nodos (forma funcional de la ecuación (4)), variable según el estado inicial de tales nodos. A pesar de no constituir una ecuación estructural esta relación funcional es clave para la dinámica del sistema.

Gráficamente, las relaciones causales se establecen de la siguiente manera (diagrama 1):



El diagrama anterior muestra las relaciones causales existentes en el modelo, señaladas con las flechas llenas. Tales relaciones van de izquierda a derecha; así el primer subgrupo autocontenido está formado por  $H_1^{t-1}$ ,  $D_1^{t-2}$  y  $(P_2^{t-1} - P_2^{t-2})$  como variables causa que determinan  $D_1^{t-1}$ . Este resultado a su vez constituye el dato para el segundo subgrupo:  $D_1^{t-1}$  determina  $P_{al}^t$ . El tercer subgrupo toma este último valor como variable exógena, que junto con  $P_{p1}^t$  (exógena) se obtiene como resultado el grado de desarrollo local. El sistema es análogo para el sector 2, y en esta última etapa ambos sectores actúan en conjunto para determinar el grado de desarrollo global.

La línea de trazos muestra la relación de *feedback* que existe en el sistema, efecto que se da en forma secuencial en el tiempo. De esta manera sabemos que los resultados de un período afectarán los valores de las variables exógenas del subconjunto inicial del próximo. Sin embargo, este bucle de retroalimentación no modifica la identificación en cada subconjunto de las posibles variables de política económica. Dado que el objetivo principal de política económica es modificar el grado de desarrollo, es posible actuar sobre las variables exógenas de cada uno de los subconjuntos. Mientras que la lectura inicial del modelo mostraba sólo dos variables factibles de ser modificadas (H y Pp), el análisis de causalidad señala como la variable más fuerte de control la demanda, y como una variable con menor efecto sobre la cadena causal, la producción real. En base a estas conclusiones se ensayarán las políticas económicas, previo análisis del comportamiento autónomo del sistema.

### COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA

El análisis de causalidad realizado en el apartado anterior permite establecer que, en un sistema complejo sometido a un único shock exógeno (H), no es ésta la única variable plausible de ser utilizada como variable de control. Esto es así porque la dinámica del sistema plantea que, en cada uno de los subsistemas establecidos en el ordenamiento causal, existen otras variables candidatas a ser manipuladas exógenamente a través de políticas económicas.

Antes de realizar este paso, se analizará el comportamiento del modelo presentado sin ningún tipo de intervención exógena. Como se planteó líneas arriba, es necesario establecer el valor de los parámetros para realizar las simulaciones pertinentes.

Consideraremos un sistema de 4 sectores productivos interrelacionados, cuya matriz de insumo producto es la siguiente:<sup>2</sup>

$K_{ij}$	1	2	3	4
1	0.2	0.2	0.2	0.4
2	0.2	0.2	0.4	0.2
3	0.3	0.3	0.1	0.3
4	0.1	0.2	0.3	0.4

Los valores de los  $k_{ij}$  fueron seleccionados arbitrariamente con el propósito de marcar algunas diferencias en las relaciones intersectoriales. Por ejemplo, el sector 1 es un sector que posee una baja demanda desde los demás sectores, al igual que el 2 (valores de las columnas). En cambio, los sectores 3 y 4 tienen una alta demanda de todos los sectores, diferenciándose entre ellos porque el sector 3 tiene una muy baja demanda hacia sí mismo, mientras que el 4 posee un mecanismo de retroalimentación considerablemente alto.

Se considerará que todos los sectores parten de un grado de desarrollo relativamente alto y homogéneo (0.8), siendo el producto potencial de todos los sectores igual a 100, y el producto real 80. La homogeneidad del sistema es útil en este primer paso de análisis, si bien la riqueza de las conclusiones se incrementa sensiblemente cuando se analizan sectores con diferentes grados de desarrollo iniciales (ver London-Tohmé, 1994). En este primer análisis no se considerará progreso técnico, por lo que el producto potencial permanece igual a 100 para todos los períodos.

Los demás valores se fijan de la siguiente manera:

$$\epsilon = 1,01$$

$$\delta = 0.5$$

$$\beta = 1$$

$$\tau = 70$$

Número de períodos: 24.

<sup>2</sup> Por tratarse de un sistema económico cerrado (sin exportaciones ni importaciones) los  $k_{ij}$  cumplen la restricción de  $\sum k_{ij} = 1$  por filas, no así por columnas.

Dados los valores de los parámetros, el comportamiento autónomo del sistema se puede visualizar en los Gráficos N° 1.

GRAFICO 1A  
DESARROLLO SECTORIAL

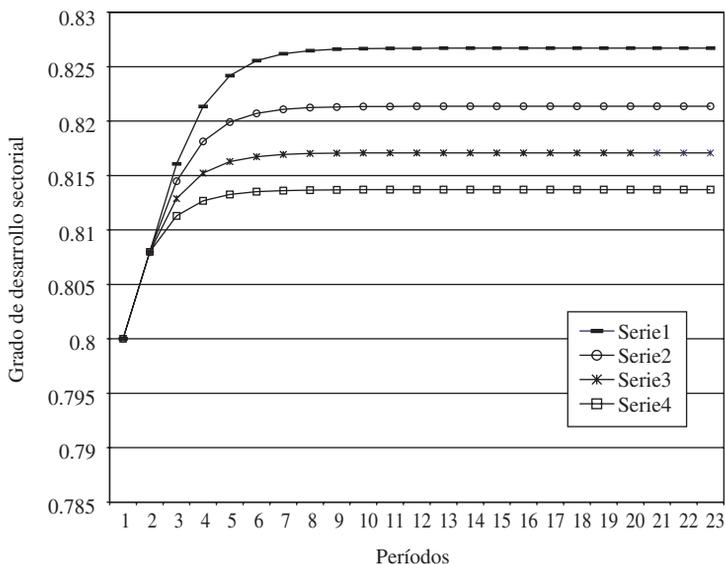
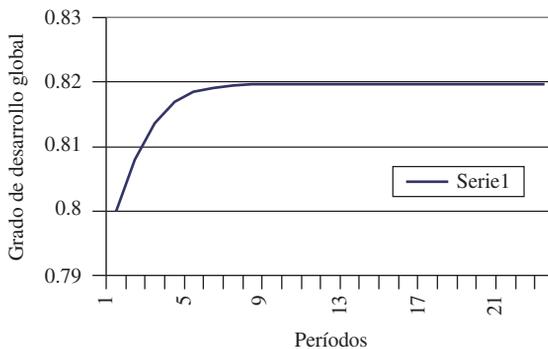


GRAFICO 1B  
DESARROLLO GLOBAL



De acuerdo a este gráfico, los sectores evolucionan autónomamente hasta un nuevo estado metaestable, con grados de desarrollo sectoriales entre el 81 y el 83%. En el agregado, el grado de desarrollo global se sitúa en 82%.

El próximo paso es, una vez establecido el comportamiento autónomo del sistema, analizar el impacto de shocks de demanda (H) en cada uno de los

sectores. Para ello se ensayaron distintos valores de H para los diferentes sectores, y para todos los sectores en su conjunto.

Un impulso de demanda del 10% del producto real en el sector 4 provoca el siguiente resultado (Gráficos N° 2).

GRAFICO 2A  
DESARROLLO SECTORIAL

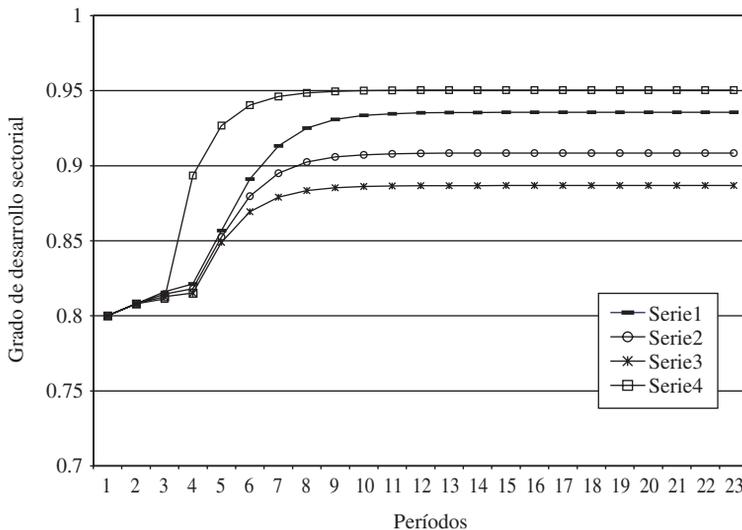
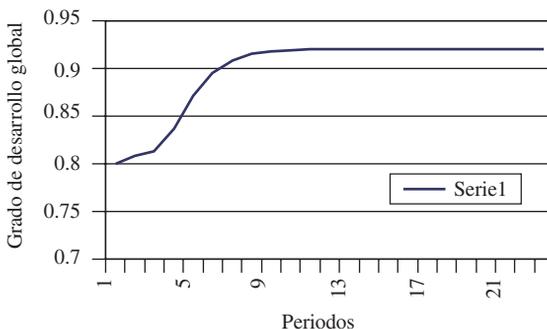


GRAFICO 2B  
DESARROLLO GLOBAL



Es posible ver que el grado de desarrollo se incrementa notablemente en todos los sectores, en forma más acentuada en el sector 4, y eleva al grado de desarrollo global a un máximo superior al 90%.

El mismo shock de demanda establecido para el sector 3 provoca un incremento del grado de desarrollo global mucho menor, concentrándose la mayor

parte del efecto de desarrollo en el sector 3. El efecto sobre los demás sectores es variable, y menor que en el caso anterior, tal como puede apreciarse en los Gráficos N° 3.

GRAFICO 3A  
DESARROLLO SECTORIAL

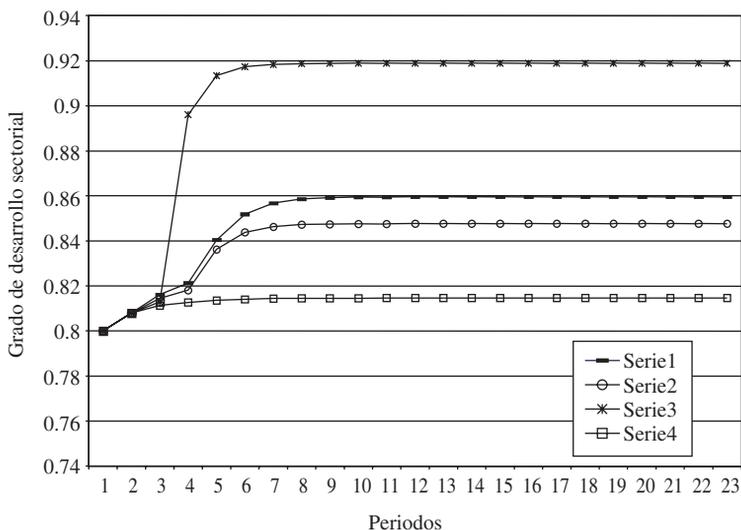
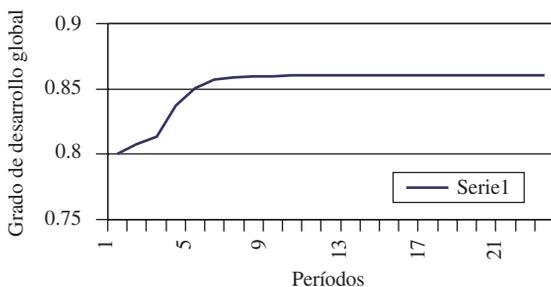


GRAFICO 3B  
DESARROLLO GLOBAL



Supongamos que se realiza “el doble de esfuerzo” y se plantea un shock de demanda del 5% del producto real en todos los sectores. Los resultados obtenidos no difieren en alto grado de los hallados con un impulso de demanda del 10% en el sector 4, tal como se aprecia en los Gráficos N° 4.

GRAFICO 4A  
DESARROLLO SECTORIAL

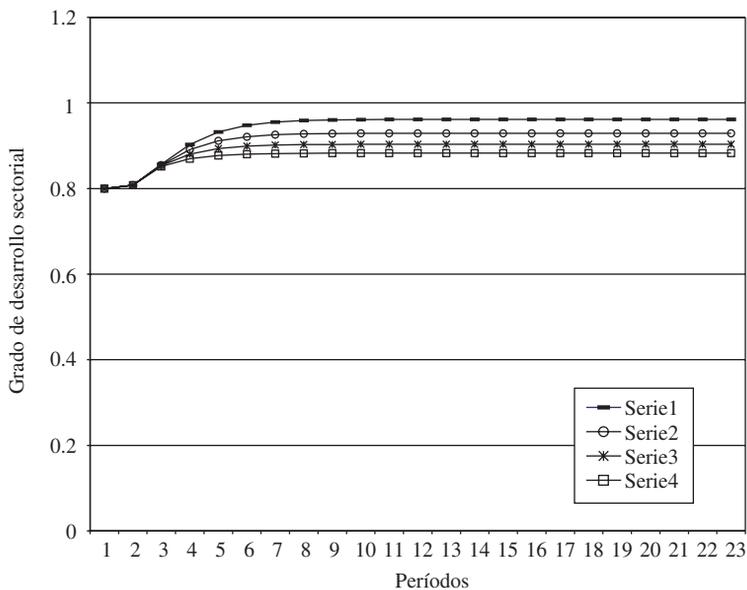
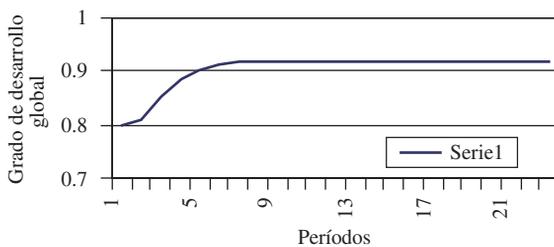


GRAFICO 4B  
DESARROLLO GLOBAL



Lo interesante de este último caso es que todos los sectores evolucionan en forma relativamente homogénea, alcanzando un alto grado de desarrollo individual.

Simulaciones realizadas considerando shocks exógenos en los sectores 1 y 2 muestran que la absorción del mismo es limitada, por lo que el grado de desarrollo tanto sectorial como global no alcanza resultados satisfactorios, en particular comparados con el mismo nivel de esfuerzo realizado en el sector 3 ó 4.

**IMPACTO DE POLÍTICAS ECONÓMICAS CON PRESUPUESTO EQUILIBRADO**

Una vez realizado el estudio del comportamiento del sistema, tanto en forma autónoma como sometido a shocks exógenos, es posible analizar el impacto de una política económica específica. Dado que el modelo no presenta un sector representando al Gobierno, el establecimiento de una política económica (de tipo fiscal) se realizará siguiendo la pauta del presupuesto equilibrado: suponiendo que se parte de una situación de *déficit presupuestario cero*, se establecerá simultáneamente una política de recaudación (contractiva) y una política fiscal expansiva del mismo monto.

En este paso del estudio el análisis de causalidad realizado es de suma utilidad, ya que orienta al hacedor de política sobre las variables factibles de ser utilizadas como instrumentos de control. Por otro lado, el estudio del comportamiento del sistema del apartado anterior destaca la importancia de cada sector en el funcionamiento global del sistema.

El primer intento que se puede ensayar es el de establecer una política redistributiva mantenida en todos los períodos en consideración: gravar impositivamente a la demanda de un sector (por ej., un incremento en la tasa del IVA en forma discriminada) y subsidiar por el mismo monto la demanda de otro sector (por ej., precios sostenidos)<sup>3</sup>. Los resultados encontrados dependerán crucialmente del sector gravado y el sector subsidiado. Por ejemplo, si se grava al sector 4 (el más dinámico según el análisis anterior) y se subsidia al sector 3 (el más interconectado hacia adelante) las trayectorias del grado de desarrollo sectorial y global son (Gráficos N° 5).

Se puede observar que, mientras el sector subsidiado alcanza el máximo desarrollo posible, el sector 4 (gravado) cae en su performance por debajo del nivel inicial. Los demás sectores (luego de una breve fluctuación) se mantienen en el grado de desarrollo inicial. Como consecuencia, el grado de desarrollo global se incrementa levemente, aproximadamente en la misma magnitud que lo que se incrementa al sistema en forma autónoma. Sin embargo, este incremento es acompañado de un aumento en el dualismo del sistema: mientras un sector se encuentra totalmente desarrollado, los demás sectores se estancan o se atrasan.

Estos resultados son producto de una mala identificación del sector más dinámico y con mayores efectos derrame sobre el resto de la economía. Estas características corresponden al sector 4, por lo que es posible inferir que, si invertimos la política redistributiva anterior, los resultados deberían mejorar. Sin embargo, el efecto de esta política no es muy diferente de la anterior (Gráficos N° 6).

Si bien el grado de desarrollo global se incrementa se mantienen los dualismos en la economía. Aún así, es importante destacar la influencia que tiene el sector 4 sobre los sectores 1 y 2 de la economía: mientras el subsidio al sector 3 no había influenciado el grado de desarrollo de los 1 y 2, el subsidio al sector 4 beneficia a dichos sectores.

---

<sup>3</sup> Los ejemplos que se mencionan a la hora de ilustrar las políticas son de naturaleza general y sólo intentan señalar el tipo de instrumento de política económica factible de ser utilizado. El modelo que se presenta no incorpora precios, por lo que no se puede hablar en él de "precios sostenidos" o "IVA".

GRAFICO 5A  
DESARROLLO SECTORIAL

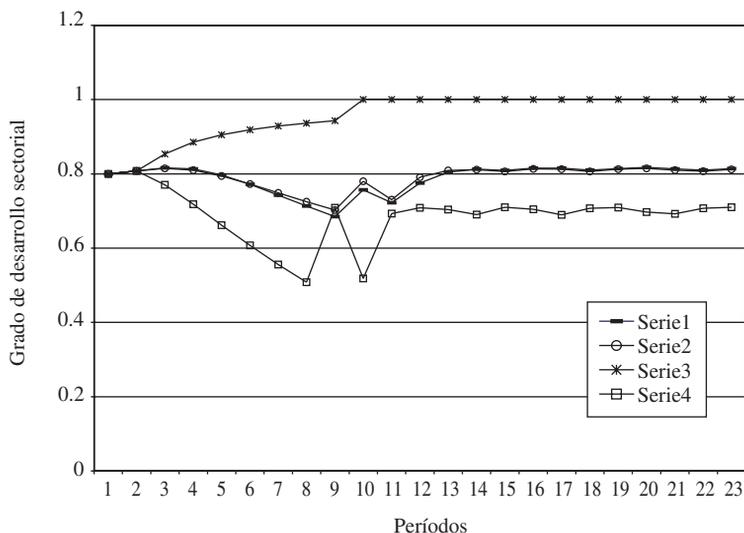
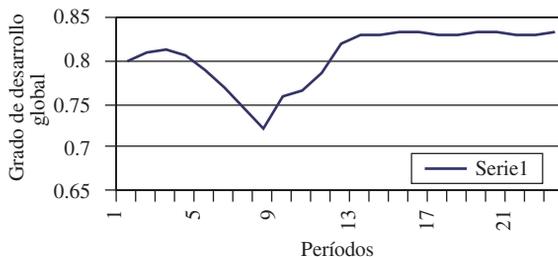


GRAFICO 5B  
DESARROLLO GLOBAL



El establecimiento de esta política para otras combinaciones de sectores genera aproximadamente los mismos resultados: incremento en el grado de desarrollo global acompañado de dualismos en la economía.

Ante los resultados obtenidos se decide abandonar esta opción de política para ensayar opciones *once and for all*. Se establece un impuesto por única vez del 2% a las demandas de todos los sectores, y un subsidio equivalente a ese monto a la demanda de un sector. La elección del sector nuevamente no es trivial, y ensayos con subsidios a los sectores 1, 2 y 3 muestran resultados inferiores a un subsidio al sector 4 (Gráficos N° 7).

El grado de desarrollo alcanzado es equivalente a escenarios anteriores, sin embargo la mejora reside en que se elimina el grado de dualismo en el sistema. Este es el único caso en que los dualismos se eliminan: si el subsidio se realiza

GRAFICO 6A  
DESARROLLO SECTORIAL

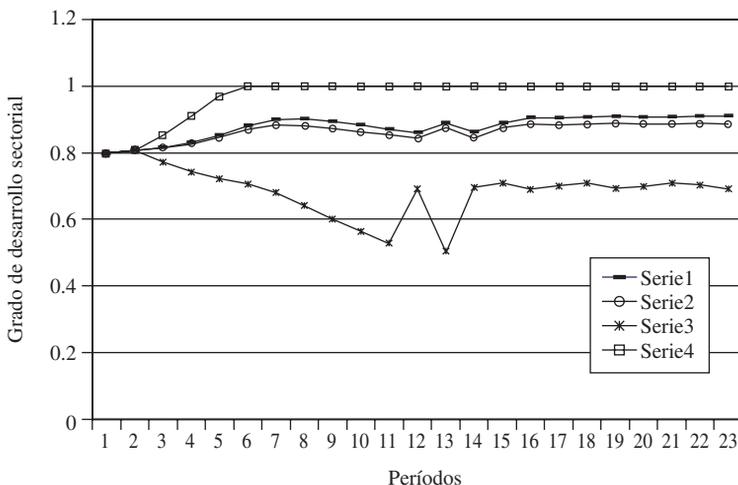
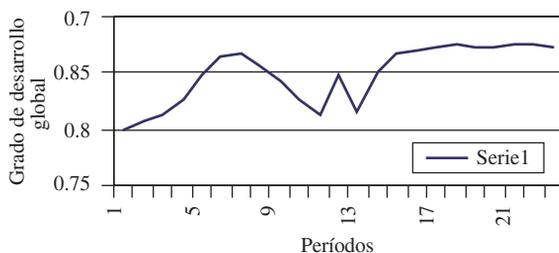


GRAFICO 6B  
DESARROLLO GLOBAL



sobre el sector 1 ó 2 el grado de desarrollo global aumenta en una significativa menor proporción, y el dualismo se incrementa dramáticamente.

Aún siendo este resultado más satisfactorio (en términos sectoriales y globales) que los anteriores, el grado de desarrollo alcanzado no alcanza el máximo posible. Si bien el establecimiento de un subsidio a la demanda parece tener efectos alentadores en los resultados (tal como era de esperar de acuerdo al análisis de causalidad), la política contractiva se establece sobre la misma relación causal, o sea, la demanda. De allí que los resultados no difieran en gran medida de los del multiplicador keynesiano con presupuesto equilibrado (ampliado a un análisis multisectorial).

La búsqueda de mejores respuestas lleva a un último ensayo: establecer la política contractiva (impositiva) sobre la última fase de la cadena causal: la producción. Se supone entonces un impuesto sobre la producción terminada (Pa) en un sector, y un subsidio equivalente sobre la demanda de un sector

GRAFICO 7A  
DESARROLLO SECTORIAL

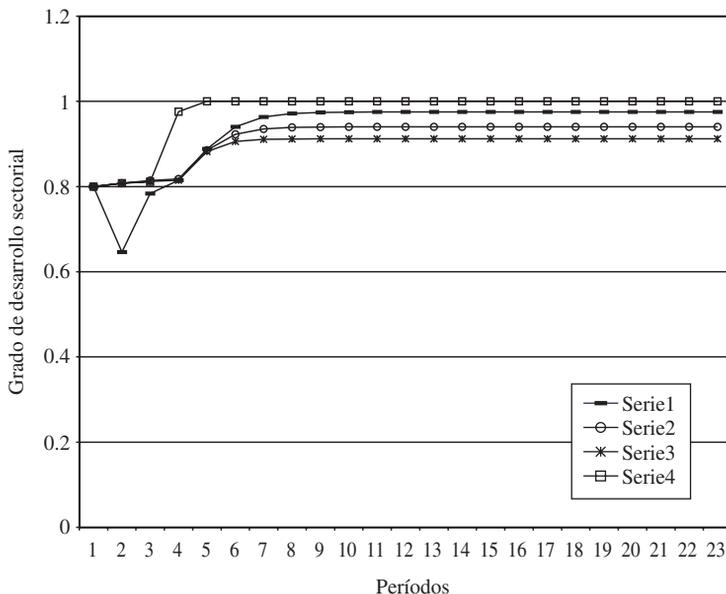
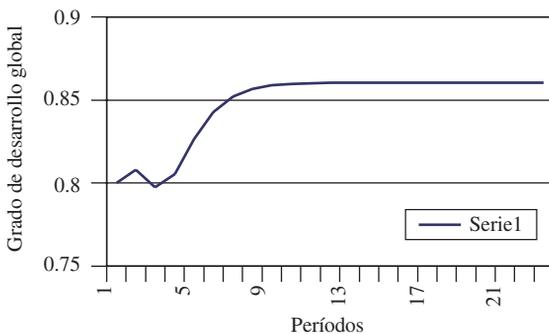


GRAFICO 7B  
DESARROLLO GLOBAL



(*once and for all*). Nuevamente, la elección de los sectores es fundamental. Se descarta gravar a los sectores 3 y 4, por ser los más dinámicos de la economía, y se propone gravar al sector menos relevante del sistema: el 1, y establecer un subsidio equivalente al sector 4. Los resultados son alentadores, y mejoran a medida que la tasa impositiva y el subsidio se incrementan, aun para el sector gravado. Para el caso de un impuesto del 20% (Gráficos N° 8).

De los experimentos realizados esta es la mejor opción. Aun en el caso de subsidiar al mismo sector que se grava el grado de desarrollo global se incrementa

GRAFICO 8A  
DESARROLLO SECTORIAL

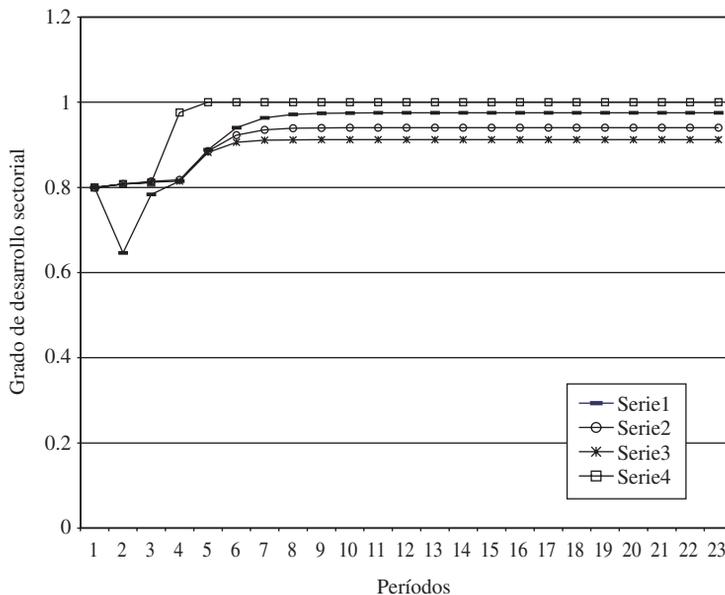
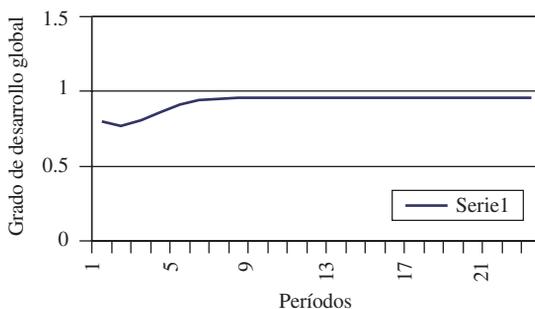


GRAFICO 8B  
DESARROLLO GLOBAL



levemente, aunque los efectos derrame no son tan pronunciados y el único sector que alcanza el máximo grado de desarrollo es el 1. En el caso de subsidiar al sector 3, los resultados son similares al de un subsidio al sector 4, aunque levemente inferiores.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La teoría de Crecimiento Desequilibrado de A. Hirschman establece que dadas las complementariedades (técnicas y no técnicas) entre sectores de una economía es posible generar un proceso de crecimiento y desarrollo sectorial a partir de un *disturbio* establecido en uno de los sectores, a diferencia de la Teoría del Crecimiento Equilibrado (Rosenstein-Rodan) que postula que el crecimiento sostenido se alcanza únicamente a partir de una inversión fuerte y generalizada en varios sectores del sistema económico (teoría del *Big-Push*). El modelo presentado y sus derivaciones parecerían estar en concordancia con la primera de estas teorías. Para Hirschman, el éxito de un impulso en la actividad de uno de los sectores sobre la economía en su conjunto depende de la cantidad de conexiones que dicho sector posea, es decir, la cantidad e importancia de los eslabonamientos hacia atrás y hacia delante. En este sentido el sector 3 aparenta ser el de mayor conexión con los demás sectores como demandante. Sin embargo, el estudio de la dinámica del sistema demostró que tan importante como las conexiones intersectoriales es el *feedback* sobre el mismo sector, es decir, la capacidad del mismo de retroalimentar los efectos positivos (o negativos) y derramarlos sobre el resto de la economía. Por otro lado, es el sector 4 el que mayor demanda tiene desde los demás sectores (eslabonamientos hacia atrás). Ambas características transforman al sector 4 en el líder del sistema.

Esta primera conclusión conlleva a determinar que es sobre este sector que se deben realizar políticas de estímulo. En particular, y considerando que del análisis de causalidad se desprende que la variable que guía al sistema es la demanda, se establecen políticas de demanda (fiscales expansivas). Para financiar esta acción se deben buscar políticas contractivas que no afecten la demanda, y en este caso resultaron eficientes aquellas que sí afectan a la producción (por ej., un incremento en los aportes patronales o en el impuesto a las ganancias). Para ilustrar esta afirmación se realizaron simulaciones con políticas de recaudación impositiva afectando tanto a la demanda como a la producción, y se encontraron resultados compatibles con la teoría.

Una de las principales críticas que realiza Hirschman a la teoría del crecimiento equilibrado es la de generar dualismos en la economía, al favorecer el *Big-Push* a un amplio sector de la economía dejando de lado a otro importante sector, que permanece atrasado e incomunicado del resto del sistema. Esa posibilidad también existe en el presente modelo, y se da en aquellos casos en que las políticas económicas no se aplican sobre los sectores más dinámicos de la economía, que son los que poseen mayores efectos derrame. De allí que la búsqueda de acciones gubernamentales se oriente a políticas que incrementen el grado de desarrollo global, a la vez que generen mejores *performances* en todos los sectores de la economía, al menor costo de producción posible (política contractiva). En el presente ejemplo dicha política se basó en un impuesto *once and for all* sobre la producción acompañado de un subsidio en un período de igual monto sobre el sector 4.

## REFLEXIONES FINALES

En este trabajo se intentó avanzar sobre un doble propósito: por un lado, señalar la importancia que tiene el análisis causal en modelos económicos, como base para distinguir relaciones funcionales (simétricas, reversibles) de relaciones de causalidad que permiten identificar el motor del cambio en determinadas variables, y por ende en el sistema todo. Así, a partir de esta técnica de análisis es posible hallar las posibles variables de control factibles de ser utilizadas como herramientas de política económica.

El segundo objetivo se centró en el análisis de un modelo de desarrollo y las consecuencias sobre la dinámica global del sistema del establecimiento de políticas económicas. El modelo presentado pertenece a los llamados “sistemas complejos”, y de allí que toda conclusión establecida sobre su comportamiento no pueda tomarse como general: cada sistema posee una estructura particular definida por sus nodos y relaciones entre ellos, y los resultados hallados se infieren únicamente para tal estructura. Por otro lado, por tratarse de ejemplos numéricos (simulaciones de escenarios) es importante realizar análisis de sensibilidad para establecer la consistencia de las conclusiones. En este caso particular se hicieron una cantidad suficiente de simulaciones con diferentes valores en las variables de control para confirmar la consistencia del sistema. Por otra parte, dicha consistencia se encuentra a su vez reafirmada por el análisis de causalidad anterior.

El modelo presentado es sólo la base para la construcción de modelos futuros. Si bien sus conclusiones son consistentes con la teoría de Hirschman, el análisis se vería enriquecido si se incorporaran distintos grados de desarrollo de los sectores (por ejemplo, partir de una situación de dualismos económicos), diferentes funciones de producción sectoriales, la posibilidad de crecimiento del producto potencial (como se planteó en la formulación inicial) y un sector de consumo (cuyos ingresos sean las remuneraciones de los factores). Con estos y otros elementos se podría avanzar en el establecimiento de un modelo de desarrollo más completo y con mayor poder explicativo. En esta dirección se establece la futura línea de trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aghion P. y P. Howit (1999). *Endogenous Growth Theory*, MIT Press.
- De Kleer J. y J.S. Brown (1994). “Causality and Model Abstraction”. *Artificial Intelligence*, vol. 67, N° 1.
- Gianotti C. (1991). “Causality and Consistency in Economic Models”. *Computer Science in Economics and Management*, vol. 4, N° 2, may.
- Hicks, J. (1979). *Causalidad en Economía*, ed. Tesis.
- Iwasaki Y. y H.A. Simon (1986). “Causality in Device Behavior”, *Artificial Intelligence*, vol. 29, N° 1.
- Iwasaki Y. y H.A. Simon (1994). “Causality and Model Abstraction”. *Artificial Intelligence*, vol. 67, N° 1.
- Krugman P. (1996). *Development, Geography and Economic Theory*, MIT Press.
- London S. (1996). “Formalización de la Teoría del Desarrollo: un enfoque de sistemas complejos”. Tesis de Magister, UNS.

- London S. (2003). "Causalidad y Sistemas Complejos", *Tercer Seminario de Economía Computacional*. IDES (inédito).
- London S. y F. Tohmé (2001). "Economic Evolution and Structural Changes: a non-linear model of responses to changes of demand". *CEF 2000 International conference of The Society for computational Economic*, junio 2001. <http://ideas.repec.org/p/sce/scecf1/56.html>
- London S. y Tohmé F. (1993). "Un Modelo de Desarrollo No Lineal". *Anales de la AAEP*, Agosto 1993.
- Moriello, S. (2003). "Sistemas Complejos, Caos y vida Artificial". [www.redcientifica.com/doc/doc200305001htm/](http://www.redcientifica.com/doc/doc200305001htm/)
- Ray D. (1999). *Development Economics*, Princeton 1999.
- Valiente P.R., R. Busso, J. Oreja y C.A. García (2000). "Metodología Dinámica para el análisis de Sistemas Sociales y Económicos". CACIT Group. [www.cacit.com](http://www.cacit.com)