

## INDICE

### ARTICULOS

ADOLFO FIGUEROA. Estática y dinámica en el análisis económico. 9

JAVIER IGUÍÑIZ y LEOPOLDO VILCAPOMA. Institucionalidades, industrias y la "firma representativa". 33

ROXANA BARRANTES. Seguridad en la tenencia de tierras y uso de recursos en la Amazonía peruana. 71

THOMAS REARDON. Impactos del ajuste estructural en los ingresos reales del Perú en los años 80: un examen de la reducción del subsidio a los alimentos y de la devaluación. 111

GABRIEL H. RODRIGUEZ. Demanda de dinero y estacionalidad en el mercado monetario. 141

### RESEÑAS

MAXIMO VEGA-CENTENO. **Hunger and Public Action. Wider Studies in Economic Development** de Jean, Dreze y Amartya, K. Sen  
JOSE TAVARA MARTIN. **Desarrollo Económico y Desarrollo Tecnológico** de Máximo, Vega-Centeno.  
MAXIMO VEGA CENTENO. **Recursos Naturales, Tecnología y Desarrollo** de Benjamín, Marticorena (compilador).  
MAXIMO VEGA CENTENO. **Liberación y Desarrollo en América Latina** de Catalina, Romero e Ismael, Muñóz (eds.). 161

## ESTATICA Y DINAMICA EN EL ANALISIS ECONOMICO

Adolfo Figueroa<sup>1</sup>

Toda teoría económica es una construcción lógica sobre un sistema económico abstracto. El contexto, la lógica de las unidades económicas y la naturaleza de sus relaciones definirán el funcionamiento de esa economía abstracta. Las reglas de producción y distribución quedarán así establecidas. Desde el punto de vista de la lógica del conocimiento, el único requisito que debe observar una teoría económica es que el sistema de relaciones que establece debe ser lógicamente correcto.

La verificación empírica de la teoría significa establecer el grado de consistencia de esa economía abstracta con los datos de la economía real materia de estudio. Si hay consistencia de las predicciones de la teoría con los datos de la realidad se puede decir que la economía concreta analizada funciona *como si* fuera esa economía abstracta. Si la verificación muestra inconsistencia con los datos, la teoría sería lógicamente correcta pero empíricamente falsa.

Para comprender el funcionamiento de esa economía abstracta el concepto de *equilibrio económico* es esencial. Equilibrio económico es la solución

---

1 Profesor Principal del Departamento de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Quiero agradecer los valiosos comentarios que recibí de mis colegas Oscar Dancourt, Waldo Mendoza y Leopoldo Vilcapoma.

del sistema de relaciones que se dan entre las unidades económicas. Dadas las restricciones que enfrentan las unidades, el equilibrio económico significa que las unidades no tienen el poder suficiente para alterar esa solución. A partir del concepto de equilibrio económico se puede entender la actividad humana de producir e intercambiar bienes como un proceso, el *proceso económico*. La repetencia, característica de un proceso, permitirá que las relaciones entre los individuos tengan ciertas regularidades. A partir del concepto de equilibrio económico podemos establecer, de manera lógica, relaciones de causalidad que sean empíricamente verificables.

Con relación al papel que juega el tiempo en el proceso económico, existen dos métodos para construir esa economía abstracta. Esta economía puede ser estática o dinámica, según sea el equilibrio económico que se postule. La diferencia entre estos métodos no siempre es bien entendida. Por ejemplo, la idea general al que en el método estático no hay tiempo, mientras que en el dinámico sí, es lógicamente incorrecta. Hay también una confusión entre la estabilidad de un sistema dinámico, donde esta estabilidad se confunde con la convergencia del equilibrio dinámico. En términos de la verificación empírica también se comete, con frecuencia, el error lógico de aplicar el análisis de regresiones al sistema dinámico, como si los datos generados de un sistema dinámico pudieran ser entendidos como estocásticos. El presente trabajo intenta esclarecer éstas y otras cuestiones que, en el fondo, tienen que ver con el método de la economía.

### 1. *El sistema estático*

El sistema de relaciones económicas que se establece entre los individuos da lugar a un sistema de relaciones entre variables. Las variables se clasifican en exógenas (causa) y endógenas (efecto). Un sistema económico es estático cuando las relaciones que se establecen entre las variables endógenas son contemporáneas. La solución del sistema es el *equilibrio económico estático*. Esta solución implica que, en tanto los valores de las variables exógenas permanezcan constantes, los valores de equilibrio de las variables endógenas se repetirán período tras período. Claramente, el equilibrio estático es un estado.

En un sistema estático si los valores de las variables exógenas cambian, los valores de las variables endógenas también cambiarán. Y si el valor de las

variables exógenas no se modifican, las variables endógenas permanecerán fijas en el tiempo. Luego, un sistema económico es estático si, y sólo si, opera con un equilibrio estático.

El equilibrio estático puede ser estable o inestable. Será estable cuando dado un conjunto de valores de las variables endógenas distinto al de equilibrio, éste se restaurará automáticamente. Sea  $Y^0$  el valor de equilibrio estático de la variable endógena  $Y$ . Este equilibrio será estable si  $Y^1$ , un valor cualquiera de  $Y$ , pero distinto a  $Y^0$ , tiende a  $Y^0$ . Esta restauración del equilibrio puede ocurrir en el tiempo o puede ser instantánea, según sea el supuesto que se haga sobre la naturaleza del tiempo en el análisis<sup>2</sup>.

Esta definición de estabilidad implica que desde cualquier situación inicial, arbitrariamente elegida, las variables endógenas se acercan a sus valores de equilibrio ( $Y^0$ ). Alternativamente, se puede decir que un equilibrio estático es estable si a una desviación del equilibrio le sigue un movimiento de retorno al equilibrio de manera espontánea. Claramente, una desviación es equivalente a un cambio arbitrario en la situación inicial.

A partir de sus proposiciones alfa (de sus axiomas), una teoría estática nos permite derivar proposiciones beta, es decir, hipótesis sobre relaciones de causalidad<sup>3</sup>. Si el valor de una variable exógena cambia, ¿cual será el valor del nuevo equilibrio en las variables endógenas? La derivación de esta relación es lógica y se hace a través del método de la *estática comparativa*. Este método

2 A este principio de la restauración del equilibrio, Samuelson (1947) le denominó la *estabilidad dinámica* de un sistema estático y la definió como:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} Y(t) = Y^0$$

Utilizando esta definición, Samuelson estableció que “habrá equilibrio estático estable cuando exista estabilidad dinámica”. Esta definición tiene dos problemas. Primero, el equilibrio se restauraría en muchos periodos. Claramente, este planteamiento carece de sentido económico. Se podría modificar la definición y establecer que la restauración ocurre en pocos periodos, es decir, que el límite de  $Y(t)$  ocurre cuando  $t$  tiende a  $t^*$ , que es un número finito de periodos; también se podría considerar que la restauración es instantánea. Segundo, el término “estabilidad dinámica” se presta a confusión cuando se discute sistemas dinámicos, como se verá más adelante.

3 Sobre las proposiciones alfa y beta se puede consultar Figueroa (1992).

nos permite comparar dos estados de equilibrio de un sistema económico estático.

Pero, lógicamente, para comparar dos estados de equilibrio estático debe haber equilibrio estable. Sin ello no sería posible aplicar el método de la estática comparativa. Bajo equilibrio estático estable, al producirse un cambio en el valor de una variable exógena, los valores actuales de las variables endógenas quedarán fuera de equilibrio; luego, por definición, habrá un movimiento de esas variables hacia el nuevo equilibrio.

Si el equilibrio estático fuera inestable, cambios en las variables exógenas implicarían que los valores actuales de las variables endógenas quedarían fuera de equilibrio, pero no habría un movimiento hacia el nuevo valor de equilibrio, sino que se alejarían de éste. Luego, las variables endógenas mostrarían valores explosivos. Pero esta predicción de la teoría sería inconsistente con los datos básicos de la realidad, pues, no es común observar valores explosivos en las variables económicas. Por ello, se busca que una teoría estática sea estable<sup>4</sup>.

En términos matemáticos, el método de la estática comparativa implica resolver el sistema de ecuaciones del *modelo* estático elegido (forma particular que adopta la teoría para ser operativa) y determinar la *forma reducida* del sistema de ecuaciones. Los coeficientes del sistema de ecuaciones determinarán no sólo si este sistema tiene solución, sino si esta solución es estable. Si hay solución estable, la forma reducida mostrará, directamente, las proposiciones beta<sup>5</sup>.

El hecho de que el método de la estática comparativa pueda dar lugar a relaciones de causalidad empíricamente observables no debe hacernos ol-

---

4 Otra cosa es que el modelo tenga múltiples equilibrios, pues en este caso las predicciones de la teoría pueden o no pueden ser inconsistentes con los datos de la realidad.

5 En la definición de Samuelson (1947), la estática comparativa implica estabilidad dinámica; y también el método de la estática comparativa puede ser utilizado para obtener información sobre las propiedades de la estabilidad dinámica del sistema. A esta relación, de doble vía, entre la estática comparativa y la estabilidad dinámica, Samuelson le denominó el *Principio de la Correspondencia* (p. 284). En realidad, la utilidad de este Principio tiene que ver con la primera vía: el método de la estática comparativa supone la existencia de la estabilidad dinámica del sistema.

vidar un problema que este método no puede resolver. Aunque basado en la existencia de la estabilidad, el método de la estática comparativa no puede describir la trayectoria que siguen las variables endógenas para pasar de un estado de equilibrio a otro.

El método de la estática se puede ilustrar tomando el caso de un mercado de competencia perfecta. La teoría neoclásica establece que, en este mercado, el precio y la cantidad se determinan por la interacción de las funciones de demanda y oferta. En términos axiomáticos, esta teoría sostiene que el mercado es walrasiano, es decir, funciona como si resolviera un sistema de dos ecuaciones simultáneas.

La teoría se puede representar mediante un modelo lineal, tal como:

$$Q = a + bP + cI \quad (1)$$

$$Q = m + nP + rZ \quad (2)$$

donde la primera ecuación corresponde a la demanda y la segunda a la oferta; donde P y Q son los precios y las cantidades del bien en cuestión, I es el ingreso de los consumidores, y donde Z es el conjunto de variables exógenas de la función de oferta. Debido a que todas las relaciones son contemporáneas, resulta innecesario indicar períodos de tiempo para cada variable.

La solución del sistema (1)-(2) sería:

$$P^0 = (m-a)/(b-n) - \{c/(b-n)\}I + \{r/(b-n)\}Z \quad (3)$$

$$Q^0 = (bm-na)/(b-n) - \{nc/(b-n)\}I + \{br/(b-n)\}Z \quad (4)$$

donde (b-n) debe ser diferente de cero. Las ecuaciones (3)-(4) constituyen la forma reducida del sistema: los valores de equilibrio de las variables endógenas dependen de *todas* las variables exógenas del sistema, y sólo de ellas. La forma reducida es, claramente, también un sistema lineal.

De la forma reducida deberíamos derivar las proposiciones beta. Sin embargo, las ecuaciones (3) y (4) no son suficientes para establecer relaciones de causalidad. Por ejemplo, ¿cuál es el efecto de un cambio en el ingreso de los consumidores sobre el precio y la cantidad de equilibrio del mercado? Que las funciones se corten en el espacio (P, Q) no es suficiente para establecer

esta causalidad. El efecto dependerá de las características del equilibrio estático. Si este equilibrio es estable, se sabrá que el efecto del cambio en el ingreso es llevar al precio y a la cantidad a otra situación de equilibrio.

En este sistema económico estático, estabilidad significa que a un precio por debajo del de equilibrio ( $P^0$ ) habrá un exceso de demanda, por lo cual el precio aumentará, recuperando así su nivel de equilibrio. Así mismo, a un precio por encima, habrá un exceso de oferta y el precio bajará, recuperando así su equilibrio. En esta economía abstracta, el subastador walrasiano se encargaría, por tanteo, de resolver el sistema de ecuaciones. En términos de las *curvas marshalianas* de oferta y demanda, las cuales se grafican en el espacio  $(Q, P)$ , invirtiendo las funciones de oferta y demanda, esta condición implica que, en el punto de equilibrio, la pendiente de la curva de la demanda debe tener una relación particular con la pendiente de la curva de oferta: debe ser siempre menor, excepto en el caso de que ambas curvas fueran positivas, donde debe ser mayor; es decir,  $(b-n) < 0$ . Bajo estas condiciones, desde cualquier punto del espacio  $(Q, P)$  arbitrariamente elegido, el precio y la cantidad se moverán hasta tomar sus valores de equilibrio,  $P^0$  y  $Q^0$ .

Habiendo así agregado el supuesto de la existencia del equilibrio estable, se puede ahora hacer uso de la estática comparativa, lo cual significa que se puede derivar proposiciones beta directamente de la forma reducida. Si además suponemos que  $c > 0$ , es decir, que el bien en cuestión es un "bien normal", los coeficientes de  $I$  en las ecuaciones (3)-(4) tendrán valores positivos. Luego, la proposición beta resultante es: un aumento en el ingreso de los consumidores elevará el valor tanto del precio como de la cantidad. Al aumentar el ingreso de los consumidores, el precio y la cantidad quedarán fuera de equilibrio. Luego, las dos variables endógenas se moverán espontáneamente del antiguo equilibrio hacia el nuevo equilibrio. Y permanecerán allí hasta que ocurra otro cambio en una variable exógena.

Si el mercado competitivo estático fuera inestable, donde por ejemplo la curva de oferta fuera decreciente y tuviera una inclinación menor que la de la curva de demanda, un aumento en el ingreso de los consumidores implicaría un nuevo equilibrio, donde el valor del precio sería menor y el de la cantidad mayor. Sin embargo, la solución del sistema no se dirigiría a ese equilibrio. La estática comparativa no podría aplicarse en este caso. El aumento en la demanda llevaría a un exceso de demanda, lo cual induciría a un aumento

en el precio, alejándose el precio del nuevo equilibrio. El sistema económico no se movería de un equilibrio a otro equilibrio. La proposición beta, en este caso, sería: un aumento en el ingreso causa un aumento continuo, *ad infinitum*, en el precio.

En la Figura 1 se muestra una representación gráfica del modelo. El precio de equilibrio  $P^0$  se repite período tras período si ninguna variable exógena cambia. Cualquier desviación que ocurriera a este valor generaría mecanismos automáticos para restaurar el equilibrio: de los puntos  $m$  y  $n$  se regresa a  $P^0$ . El equilibrio estático es estable. Un cambio en el ingreso de los consumidores ( $I' > I^0$ ) en el período  $t_1$  elevaría el precio de equilibrio. Luego, el precio  $P^0$  estará fuera de equilibrio y, debido a que hay estabilidad, debería tender a  $P'$ , aunque no se sabe la trayectoria que seguirá el precio para llegar al nuevo equilibrio. Una vez en  $P'$ , el precio se repetirá período tras período después de  $t_1$ .

La proposición beta resultante es que hay una relación positiva entre el ingreso de los consumidores y los valores del precio y de la cantidad transada en el mercado. Esta proposición puede ser contrastada contra los datos de la realidad. Si éstos muestran esa correlación estadística, el modelo es consistente con la realidad. Si los datos no coinciden, el modelo sería empíricamente falso. El mercado en cuestión no funcionaría como dice este modelo particular de la teoría. En este caso habría que cambiar a otro modelo y seguir el algoritmo; para ello, el número de modelos que se puede derivar de una teoría tiene que ser finito. Si no se logra la consistencia empírica con otros modelos de la misma teoría sabríamos que el mercado en cuestión no funciona como dice la teoría. Habría que buscar otra teoría.

## 2. El sistema dinámico

Un sistema económico es dinámico cuando las relaciones que establece entre las variables endógenas son intertemporales. La solución de este sistema es el *equilibrio dinámico*. Este equilibrio implica que, manteniéndose constante el valor de las variables exógenas, los valores de solución de las variables endógenas variarán con el paso del tiempo. En un sistema dinámico, entonces, los valores de equilibrio de las variables endógenas son una función del tiempo. Luego, para valores dados de las variables exógenas, las variables endógenas describirán una *trayectoria* determinada.

La definición de equilibrio dinámico implica que los valores que adoptan las variables endógenas en cada período deben ser valores de equilibrio de ese período. Luego, el equilibrio dinámico es una secuencia de equilibrios estáticos.

En un sistema dinámico la solución del período 1 tiene consecuencias para la solución del período 2. Los valores de solución de un período no son independientes de la solución del período anterior. Una economía dinámica se genera, entonces, por la existencia de relaciones intertemporales entre las variables endógenas. Dado que en un sistema estático las variables endógenas están vinculadas de manera contemporánea, un sistema estático se puede transformar en dinámico estableciendo una relación intertemporal entre las variables endógenas.

La manera particular en que se vincula el presente con el futuro está al centro de la distinción entre una economía estática y dinámica. Como dice Hicks (1989), en el método estático, “el equilibrio del [período]  $t$  puede considerarse determinado únicamente por los *parámetros actuales*; o bien, que el equilibrio de un período individual puede manejarse como *autónomo*... En la estática el futuro y el presente son idénticos. Pero en la dinámica, que el presente y el futuro no sean idénticos es la esencia del problema dinámico” (p. 31). Para luego concluir: “En la estática no hay planeación; las simples repeticiones de lo que se ha hecho antes no necesitan ser planeadas. [En una economía dinámica] muchas de las actividades que ocurren dentro del período se orientan hacia afuera del mismo; por lo tanto, lo que sucede incluso dentro del período no es sólo cuestión de gustos y recursos, sino también de planes y expectativas” (p. 31).

Tanto el equilibrio estático como el dinámico se definen para valores dados de las variables exógenas. La diferencia está en que en la economía estática el equilibrio implica repetición de los mismos valores período tras período. Estos valores de equilibrio no dependen del tiempo. En la economía dinámica, en cambio, los valores de equilibrio dependen del tiempo. El equilibrio dinámico implica una trayectoria particular de las variables endógenas al paso del tiempo.

También el equilibrio dinámico puede ser estable o inestable. El equilibrio dinámico es estable cuando los equilibrios estáticos correspondientes son estables. El equilibrio dinámico estable implica, entonces, una trayectoria

donde en cada período hay equilibrio estático estable. Si el período considerado es el mes, habrá un valor de equilibrio estático mensual; y si hay un desvío de ese valor de equilibrio, se producirán ajustes diarios hasta retornar al valor del equilibrio mensual. Si ante una perturbación en el sistema la trayectoria no se modifica, el equilibrio dinámico es estable; si la trayectoria se modifica, es inestable.

De aquí se deriva lógicamente que el tiempo en el análisis dinámico tiene que ser tratado como si fuera discreto, aunque en realidad el tiempo es continuo. Y las variables se tendrían que medir empíricamente como promedios sobre el período bajo análisis. Si en el análisis dinámico el tiempo fuera continuo, estaríamos diciendo que los cambios en las variables endógenas por el efecto del paso del tiempo son instantáneos. Las variables económicas se medirían, entonces, por lecturas instantáneas, como en el velocímetro de un auto. Pero, en este caso, habría una inconsistencia lógica con el principio de la estabilidad, según la cual debe existir el tiempo necesario para que una variable retorne al equilibrio, en el mismo período, desde una situación fuera de equilibrio<sup>6</sup>.

Las trayectorias del equilibrio dinámico pueden ser de dos tipos: (a) convergentes, y (b) no convergentes. Una trayectoria de las variables endógenas que converge a un valor determinado indica que el sistema tiende a un estado. Este estado no es el mismo que fue señalado en la economía estática. Por ello se le denomina el "equilibrio estacionario" (*steady state*). Mientras que en el equilibrio estático la solución del sistema es invariable con respecto al paso del tiempo, en el equilibrio estacionario la variable endógena en cuestión tiene una trayectoria y luego un punto de llegada. Sólo en este último segmento temporal tiene características similares con el equilibrio estático<sup>7</sup>.

---

6 Para utilizar ecuaciones diferenciales en lugar de ecuaciones en diferencias en un sistema dinámico habría, entonces, que suponer no sólo que el paso de una solución de equilibrio a otra a lo largo de la trayectoria es instantánea, sino que la restauración del equilibrio del período se logra *también* de manera instantánea. Todo ajuste ocurriría instantáneamente. De esta manera, la economía se convertiría en una suerte de *física social*. La construcción teórica desarrollada aquí muestra una economía con características más propias.

7 El equilibrio estacionario implica una suerte de "círculo vicioso" (el consumo es bajo porque el ingreso es bajo, y el ingreso es bajo porque el consumo es bajo) del cual las variables no pueden salir a menos que haya una modificación en una variable exógena.

En el caso de las trayectorias no convergentes, éstas pueden ser explosivas, cíclicas o caóticas. En el primer caso, la trayectoria es una línea en continuo ascenso o descenso; en el segundo caso, la línea muestra ascensos y descensos a la vez; y en el tercer caso, la línea no muestra un patrón definido. La teoría de las trayectorias caóticas ha sido desarrollada muy recientemente y será tratada con algún detalle más adelante.

En un sistema dinámico, un cambio en el valor de las variables exógenas modificará la trayectoria del equilibrio dinámico. Al método de comparar dos trayectorias de equilibrio dinámico se le denomina *dinámica comparativa*.

La dinámica comparativa requiere que el sistema dinámico sea estable. Ante un cambio en una variable exógena, la trayectoria de equilibrio dinámico (digamos, una curva A), pasará a otra trayectoria (digamos, a otra curva B). Para que este paso ocurra tiene que haber estabilidad en el sistema dinámico. Al momento del cambio en la variable exógena, el equilibrio estático del período quedaría fuera de lugar y debería, entonces, restaurarse el equilibrio acercándose los valores de las variables endógenas al nuevo valor de equilibrio estático en el mismo período. Este movimiento significa, evidentemente, que los valores de la variable endógena ingresarían a la nueva trayectoria (a la curva B). Si el sistema dinámico fuera inestable, los valores de las variables endógenas no pasarían de una trayectoria de equilibrio a otra de equilibrio, sino a una trayectoria fuera de equilibrio.

Para comprender los factores que determinan el equilibrio dinámico se puede utilizar un ejemplo matemático muy sencillo. Una teoría dinámica que esté expresada como una ecuación en diferencias lineal y de primer orden, tal como

$$c_1 X_t + c_0 X_{t-1} = s \quad (5)$$

y sujeto a que  $(c_1 + c_0)$  es diferente de cero, tendrá la solución siguiente:

$$X_t = X^* + (X_0 - X^*) (-b)^t = F ( t ) \quad (6)$$

donde  $b = (c_0/c_1)$  y donde  $X^* = s/(c_1 + c_0)$  es la solución particular, siendo  $X_0$  la condición inicial.

Es evidente de (6) que *una trayectoria de equilibrio dinámico quedará determinada una vez que las condiciones iniciales, los coeficientes del sistema y las variables exógenas del modelo estén dadas*. ¿Cuándo cambiará la trayectoria de una variable endógena? Ello ocurrirá cuando se modifique alguno de estos determinantes.

Como se puede apreciar de (6), también es evidente que la solución de (5), para coeficientes y variables exógenas *dadas*, lo constituye una familia de funciones, donde cada miembro varía según sea el valor de la condición inicial. Así, la función  $F(t; X_0)$  determina una trayectoria particular para un valor dado de las condiciones iniciales, en este caso  $X_0$ .

Las variables exógenas están incorporadas en el coeficiente  $s$ . Luego, un cambio en el valor de una variable exógena en el período  $t_n$  implicará un cambio en el valor de  $s$  a partir de  $t_n$ . Esto modificará  $X^*$  y dará lugar a otra función:

$$X_t = X' + (X_0 - X') (-b)^t = G(t) \quad (7)$$

donde  $t \geq t_n$ .

La dinámica comparativa nos permite, entonces, derivar proposiciones beta de la teoría. Por ejemplo, se puede establecer que:

$$F(t) < G(t) \quad , \quad t \geq t_n \quad (8)$$

Debe ser evidente que en un sistema dinámico hay dos tipos de movimientos de las variables endógenas. Primero, hay un movimiento que se refiere al desplazamiento del valor de una variable endógena que está fuera de equilibrio en un período hacia el valor de equilibrio, o fuera de éste, *en ese mismo período* (el equilibrio estático del período); segundo, hay otro movimiento que se da entre períodos, a lo largo de la trayectoria (que puede ser convergente o no convergente). Para distinguirlos, necesitamos pues dos categorías: el primer movimiento da lugar al equilibrio estable o inestable del sistema dinámico; el segundo da lugar a la trayectoria convergente o no convergente.

Un sistema dinámico puede ser, entonces, estable y convergente; estable y no convergente; inestable y convergente; inestable y no convergente. A la luz de estas distinciones, evidentemente se comete un error conceptual cuando

se denomina, como se hace a menudo, "equilibrio dinámico estable" a una trayectoria convergente, o "equilibrio dinámico inestable" a una trayectoria no convergente.

Un sistema estable y convergente tiene propiedades muy particulares que bien valen la pena anotar. Primero, la trayectoria converge a una constante, el "equilibrio estacionario"; segundo, diferentes condiciones iniciales determinarán diferentes trayectorias pero el punto de llegada será el mismo: el equilibrio estacionario. Pero hay que reconocer que estas propiedades se refieren a un sistema dinámico particular.

En suma, dada una trayectoria de equilibrio dinámico, un cambio en la variable exógena ocurrirá en un cierto momento del tiempo. Este cambio modificará la trayectoria a partir de ese momento. El paso de una trayectoria a otra se analiza con el método de la dinámica comparativa. Este método requiere que el sistema dinámico sea estable. Con este método se obtienen proposiciones beta para una economía dinámica.

Se puede ilustrar el método del análisis dinámico utilizando nuevamente un mercado competitivo. La teoría neoclásica señala que en un mercado dinámico la cantidad ofrecida depende de las expectativas del precio. Un modelo usual de esta teoría dice que esta expectativa depende del precio del período anterior. La cantidad demandada, en cambio, depende del precio contemporáneo. Suponiendo un sistema lineal, y utilizando las mismas variables del modelo estático, se tendría:

$$Q_t = a + bP_t + cI_t \quad (9)$$

$$Q_t = m + nP_{t-1} + rZ_t \quad (10)$$

donde  $a > 0$ ,  $a > m$ ,  $b < 0$ ,  $n > 0$ .

Aquí cada variable está fechada, es decir, referida a un período particular. El valor de solución de  $P$  se obtiene igualando ambas ecuaciones, pues se supone que en cada período el mercado establece el precio que hace posible que la demanda absorba exactamente la cantidad ofrecida. Esto resulta en:

$$bP_t - nP_{t-1} = v \quad (11)$$

donde  $v = m - a + rZ - cI$

La ecuación (11) es una ecuación en diferencias, lineal y de primer orden. Su solución depende del valor que adopte la solución particular ( $P^*$ ) y la solución general de la correspondiente ecuación homogénea ( $P_t^h$ ). La solución de (11) se puede expresar así:

$$\begin{aligned} P_t^o &= P^* + P_t^h \\ &= v/(b-n) + \{P_0 - v/(b-n)\}k^t \\ &= f(t) \end{aligned} \tag{12}$$

donde  $P_0$  es el precio en el momento inicial, y  $k = n/b$ .

Como se puede apreciar en (12), la solución de una ecuación en diferencias no es un número, sino una función, es decir, una curva que varía con el tiempo. A esta curva la hemos llamado aquí *trayectoria del equilibrio dinámico*.

La forma particular de la trayectoria dependerá, como dicen los teoremas matemáticos, del signo y del valor absoluto de  $k$  (Gandolfo, 1971: Cap. 2). Como  $k < 0$ , la trayectoria no será monotónica sino oscilante. Las oscilaciones ocurrirán alrededor de la solución particular ( $P^*$ ). Además, si  $|k| < 1$  (y donde  $-1 < k < 0$ ), la trayectoria será convergente (convergerá a  $P^*$ ); si  $|k| > 1$  (donde  $k < -1$ ), la trayectoria será no convergente. En el caso en que  $|k| = 1$  (donde  $k = 1$ ), la trayectoria mostrará oscilaciones de igual amplitud. Evidentemente, el valor absoluto de  $k$  depende de las relaciones entre las pendientes de las curvas de demanda y de oferta.

Las ecuación (12) muestra que las posibles trayectorias de equilibrio del precio dependen de las condiciones iniciales ( $P_0$ ), así como de los parámetros y del valor de las variables exógenas del sistema. Para valores dados de estos factores, el valor de equilibrio del precio depende del tiempo. Y cambios en el valor de las variables exógenas causarán cambios en la trayectoria del precio.

¿Es el sistema dinámico expuesto en (9)-(10) estable o inestable? Como dijimos antes, la estabilidad del sistema dinámico tiene que ver con la estabilidad del sistema estático de cada período. Debido a que en este mercado hay, en cada período, una cantidad ofrecida dada, el precio lo determina la demanda. Para que esta solución estática de cada período sea estable, es decir, para que cualquier otro valor del precio retorne al valor de equilibrio, se debe

cumplir que la curva de demanda sea decreciente. Esta condición asegurará que a un precio por encima del equilibrio del período se produzca un exceso de oferta y el precio tenga entonces que bajar; y que a un precio por debajo del equilibrio se produzca un exceso de demanda y el precio tenga que subir. Hay un subastador walrasiano en cada período.

¿Cuál sería el efecto de un aumento en el ingreso de los consumidores sobre el precio y la cantidad, sabiendo que el bien en cuestión es un “bien normal”? Sabiendo, además, que el equilibrio dinámico es estable, hagamos ahora dinámica comparativa en el mercado competitivo. Si  $|k| > 1$ , las trayectorias de  $P$  y  $Q$  sufrirán cambios, pero hacia trayectorias más explosivas. En el caso de la trayectoria convergente, cuando  $|k| < 1$ , cambiará el valor del equilibrio estacionario, es decir, cambiará el punto de convergencia. Finalmente, si  $|k| = 1$ , la amplitud de las oscilaciones aumentará.

En la Figura 2 se representa el caso de un equilibrio dinámico estable y convergente. Es estable porque desde cualquier desviación de un punto en la trayectoria se regresa a ese punto: de  $r$  ó de  $s$  se retorna de manera automática al punto de equilibrio del período. Es convergente porque los puntos de equilibrio describen una trayectoria que converge a  $P^0$ . Una vez allí, el precio  $P^0$  se repite período tras período y constituye el equilibrio estacionario. Si en el período 7 hay un cambio en una variable exógena (el ingreso de los consumidores), el valor actual del precio queda fuera del equilibrio del período y como el sistema es estable, el precio se mueve hacia el nuevo valor de equilibrio de ese mismo período, el cual se encuentra en otra curva. Como resultado, la trayectoria  $AM$  cambia hacia  $RW$ , donde  $W$  es el nuevo precio de convergencia.

En la Figura 3 se presenta el caso en que  $|k| > 1$ . Es un caso de equilibrio dinámico estable y no convergente. A partir del período 4 se produce un cambio en el ingreso de los consumidores y, por esa causa, la trayectoria original se modifica.

### 3. *Teoría del caos*

Entre los sistemas dinámicos de trayectorias no convergentes se encuentra el sistema del caos. En este caso la trayectoria de equilibrio dinámico no muestra un patrón determinado, no hay una regularidad. Y sin embargo, esa

trayectoria caótica puede haberse generado de un sistema dinámico de relaciones.

Baumol y Benhabib (1989) propusieron un modelo dinámico simple para ilustrar ese principio. Supóngase que el monto de las ganancias de una empresa capitalista en el período actual depende del gasto que haga en publicidad; supóngase también que esta empresa destina una parte de las ganancias de este período a gastos en publicidad en el período siguiente. Este modelo se puede expresar en el siguiente sistema de ecuaciones:

$$P_t = a Y_t (1 - Y_t) \quad (13)$$

$$Y_{t+1} = b P_t \quad (14)$$

donde  $P$  es el monto de la ganancia e  $Y$  es el monto del gasto en publicidad. Sustituyendo (13) en (14), se tiene:

$$Y_{t+1} = w Y_t (1 - Y_t) \quad (15)$$

donde  $w = ab$ . La ecuación (15) es una ecuación en diferencias, cuadrática y de primer orden. La trayectoria que describe esta ecuación puede ser caótica.

La Figura 4 representa este sistema dinámico. La primera ecuación es una parábola y la segunda es lineal. El equilibrio estacionario estaría en el punto  $E$ , que es donde ambas curvas se cruzan. Sin embargo, dada unas condiciones iniciales arbitrarias, que no sean el punto  $E$ , la solución es una trayectoria caótica. Lo sorprendente es que un sistema económico tan simple pueda dar origen a esta trayectoria caótica.

En Gleick (1988: 176) se muestra que el sistema (13)-(14) no conduce necesariamente a una trayectoria caótica. Este resultado depende de las pendientes de las dos curvas en el entorno del punto  $E$ . Dada la parábola, cuanto mayor sea la inclinación de la recta, mayor la posibilidad de una trayectoria caótica. De la Figura 4 se puede, en efecto, derivar fácilmente esta propiedad del sistema.

Por la distinción hecha más arriba, debe quedar claro que no se puede confundir caos con inestabilidad. Al respecto Gleick (1988) señala: "Chaos and instability ... [are] not the same at all. A chaotic system could be stable

if its particular brand of irregularity persisted in the face of small disturbances" (p. 48).

Si la ciencia está interesada en explicar las regularidades observadas, ¿cómo es que se puede explicar el caos? Claramente, lo que es caótico son los datos observados, pero las relaciones que subyacen a esa observación no lo son. Si no se observan regularidades y, más bien, se observa caos, no se puede concluir que no hay posibilidades de explicar el fenómeno. La teoría del caos nos indica que los datos que parecen ser aleatorios, en el tiempo pueden no serlo.

Tal como hemos visto aquí, una trayectoria caótica puede ser derivada de un sistema muy simple de relaciones. Detrás de unos datos que muestran caos puede haber un conjunto de relaciones subyacentes. Este es un ejemplo del *principio de la demarcación*, sobre el cual Popper (1977) ha insistido tanto: no hay camino lógico de los datos a la teoría; sólo de la teoría a los datos. Con la teoría del caos se puede extender aún más la aplicación de este principio: detrás del desorden observado puede haber un orden lógico.

#### 4. *Histéresis, historicidad y evolución*

En un sistema económico estático y estable, cambios en los valores de las variables exógenas causan un cambio en los valores de las variables endógenas. Si las variables exógenas regresan a su posición original, los valores de las variables endógenas también retornarán a su posición inicial. Las relaciones en ese sistema estático son completamente reversibles y mecánicas.

Así, en el modelo convencional de un mercado de competencia perfecta, la teoría neoclásica sostiene que un aumento en los ingresos de los consumidores generaría una expansión de la demanda del bien en cuestión, la cual causaría un aumento en el precio y en la cantidad de equilibrio; si el ingreso cayera y volviera a su nivel original, la demanda también retornaría a su nivel original y, dice esta teoría, el precio y la cantidad también retornarían a su posición original. Si los consumidores se enriquecieron y mantuvieron por un tiempo un nivel de vida superior, consumiendo más cantidades de bienes y también otros bienes, ahora que se empobrecieron y volvieron a su ingreso real inicial consumirán lo que solían consumir originalmente. Esta teoría

supone, aunque sólo de manera implícita, que la historia no deja huella alguna en los individuos. Todo quedaría igual como antes.

Pero, en el tránsito de enriquecerse y luego empobrecerse el individuo puede aprender muchas cosas. Los consumidores ya no serían los mismos. En este caso, al retornar al nivel original de ingresos los consumidores no comprarían la misma canasta que solían hacer. A este efecto de irreversibilidad en el comportamiento de los individuos se le puede denominar el *efecto de historicidad*. Hay efecto de historicidad cuando el comportamiento del individuo no es independiente de su historia pasada.

En un sistema estático hay efecto de historicidad cuando, al retornar la variable exógena a su valor inicial, la variable endógena no retorna a su valor original. Así, en el ejemplo de la teoría del consumo, una vez que el individuo experimenta una nueva posición en su nivel de vida también experimentará un cambio en su sistema de preferencias y, por lo tanto, modificará su canasta de consumo inicial. En un sistema dinámico hay un efecto de historicidad cuando, al retornar la variable exógena a su valor inicial, la variable endógena no retorna a su trayectoria original, sino modifica su trayectoria. Los desplazamientos entre trayectorias no son reversibles. Así, en la Figura 3, al retornar el ingreso de los consumidores de  $I^1$  a  $I^0$  la trayectoria ya no será FG sino otra.

En la literatura económica se le llama usualmente *efecto de histéresis* a lo que aquí hemos denominado *efecto de historicidad* (cf. Blanchard y Summers, 1987; Dixit, 1989; Solow, 1990). Pero, ¿es histéresis igual que historia? El profesor Georgescu-Roegen (1971: 123-126) dio una respuesta negativa a esta pregunta. Usualmente se considera que el comportamiento de la materia, objeto del estudio de la física, es independiente de su historia. (¡Felizmente ni la gota de agua ni el grano de sal se comportan de acuerdo a su historia individual!). Sin embargo, en algunos casos el comportamiento de la materia depende también de su historia. El ejemplo clásico es el de la imantación: el acero continuará magnetizado a pesar que el imán que lo causó haya sido retirado. Este es el conocido efecto de histéresis en la física: el efecto persiste en la materia después que la causa que la originó ha sido removida.

Pero hay una diferencia entre la histéresis de la materia y la historia de los hombres, nos recuerda Georgescu-Roegen. La materia puede no tener

historia o, si es que la tiene, puede borrarse. El acero puede desmagnetizarse por acción de caídas, golpes o del calor y, así, el acero quedará sin historia. El hombre, en cambio, siempre tendrá historia. "Is it possible, for instance, to erase even a very small part of man's hysteresis, as the physicist can do for a magnet, so as to train him to behave in some direction chosen by us? In point of fact, can the socialist man be created so as not to show any hysteresis trace of his bourgeois or peasant past?" (p. 126).

En la economía parece, en consecuencia, más apropiado utilizar el concepto de historicidad en lugar del de histéresis. También quisiera señalar que, independientemente de los argumentos que se den a su favor, el efecto de historicidad es una proposición teórica y, por lo tanto, pudiera ser falsa.

Por otro lado, cambios en las variables exógenas no sólo pueden tener efectos cuantitativos, también pueden causar cambios cualitativos en la sociedad. Este efecto ocurriría si el funcionamiento de la sociedad estuviera restringido a que las variables endógenas deben tomar valores dentro de un rango limitado. Estos rangos operarían como umbrales de tolerancia a la variabilidad de las variables endógenas. Como en la física, cambios importantes en la temperatura harían cambiar una sustancia líquida en sólida o gaseosa, donde los *boiling and melting points* juegan el papel de umbrales.

Si las variables endógenas cruzaran ciertos umbrales se producirían cambios cualitativos en la sociedad: nuevos agentes, nuevas racionalidades, nuevas instituciones y organizaciones, nuevas relaciones sociales. La forma de funcionamiento de la sociedad se modificaría. Habría un cambio social. Este sería el *efecto evolutivo* de un cambio en las variables exógenas. La evolución puede ser de desarrollo como de subdesarrollo dependiendo del umbral superior o inferior que se cruce. El efecto evolutivo se puede dar en un sistema tanto estático como dinámico.

## 5. *Consistencia empírica*

La pregunta central que enfrenta el economista es: ¿fueron los datos observados empíricamente generados por un sistema económico estático o por un sistema dinámico? Evidentemente, de los propios datos observados no es posible obtener la respuesta.

Si fueron generados por un sistema estático, los datos empíricamente observados podrían interpretarse como datos con componentes aleatorios. En un sistema estático, para un valor dado las variables exógenas el valor de equilibrio de las variables endógenas es una *constante* que se repite período tras período hasta que cambie la variable exógena. Cuando ésta cambia, habrá un nuevo valor de equilibrio en las variables endógenas. Luego, conceptualmente es lógico considerar que puede haber una distribución estocástica de los valores de las variables endógenas alrededor de cada valor de equilibrio. Así, la verificación empírica de una proposición beta a través de la estática comparativa es lógicamente consistente con el análisis estadístico de correlaciones y regresiones.

Si los datos observados hubieran sido generados por un sistema dinámico, estos datos serían interpretados como fundamentalmente determinísticos. Como hemos mostrado aquí, en un sistema dinámico, a un valor dado de las variables exógenas le corresponde un *conjunto* de valores de equilibrio de las variables endógenas. Si cambian las variables exógenas, le corresponderá otro conjunto de valores de equilibrio de las variables endógenas. Obviamente, en este caso no hay posibilidad de que esos valores de equilibrio se puedan repetir período tras período. La verificación de una proposición beta a través del método de la dinámica comparativa no es, pues, lógicamente consistente con el análisis estadístico de correlaciones y regresiones.

Esta conclusión se mantiene aún para el caso del sistema dinámico convergente y estable, donde existe el equilibrio estacionario, de valor único, para valores dados de las variables exógenas. Atribuir a los datos una distribución estocástica alrededor de los valores del equilibrio estacionario eliminaría la posibilidad de mostrar el paso de un equilibrio estacionario a otro, pues todo el conjunto de valores de las variables endógenas para cada valor que tomen las variables exógenas serían considerados como valores aleatorios alrededor del respectivo equilibrio estacionario.

A este respecto, Baumol y Benhabib (1989) han argumentado que: “[The question is how] to test whether a particular time series is most likely to have been generated by a stochastic system or instead by a regime that is (predominantly) chaotic, defined as a deterministic system giving rise to complicated dynamics (perhaps with minor random influences)” (p. 101). A la luz de las categorías establecidas aquí, es evidente que en el caso del

equilibrio dinámico esa conclusión es mucho más general, pues es aplicable a todos los casos de sistema dinámicos, tanto convergentes como no convergentes; y entre estos últimos, tanto caóticos como no caóticos.

Entonces, ¿cómo refutar empíricamente una teoría dinámica? Para el caso de un sistema caótico se podría aplicar una prueba de aleatoriedad a la serie de tiempo. Pero en los casos de trayectorias no caóticas no parece posible aplicar pruebas estadísticas usuales. Sólo queda considerar las trayectorias observadas como datos determinísticos.

¿Cuándo utilizar el análisis estático o el dinámico? Es una cuestión de elección de teoría, de abstracción. Por ejemplo, Hicks (1986) se formula la siguiente pregunta: ¿por qué los ingleses, en promedio, son más ricos que (digamos) los griegos? La pregunta es, según Hicks, una cuestión estática, pues se refiere al estado de estas economías, y no a ningún proceso de cambio. También menciona la historia económica como otro ejemplo: "La historia económica consiste en estudiar el estado de la economía en cuestión en distintos períodos históricos, y comparar un estado con otro. Esto es estática comparativa" (p. 15).

Pero, aun una economía progresiva (donde hay acumulación de capital) podría estudiarse con el método estático, porque como dice Hicks, en este caso se supone "que su progresividad constituye una de sus características; que se encuentra en un *estado* de progreso o crecimiento" (p.16). Cambios en las variables exógenas modificarían ese estado de progreso o crecimiento hacia otro estado. Así, tendríamos la estática comparativa.

La elección entre estática y dinámica es también una cuestión de objeto del análisis. La estática comparativa sólo muestra el paso de un estado a otro, sin indicación de la ruta seguida. En el método dinámico lo que se muestra es precisamente la trayectoria y los cambios de trayectoria que experimenta la economía. Pero hay que recordar que la ruta que sigue la economía para pasar de un estado a otro tiene, en el método dinámico, un significado muy particular: se refiere sólo al caso de trayectorias convergentes y estables, donde se puede mostrar la ruta que sigue la economía para pasar de un equilibrio estacionario a otro equilibrio estacionario.

En suma, estática y dinámica son dos métodos del análisis económico. En el primer método se supone que la economía opera como si fuera un sistema

Fig. 1 Un sistema estático

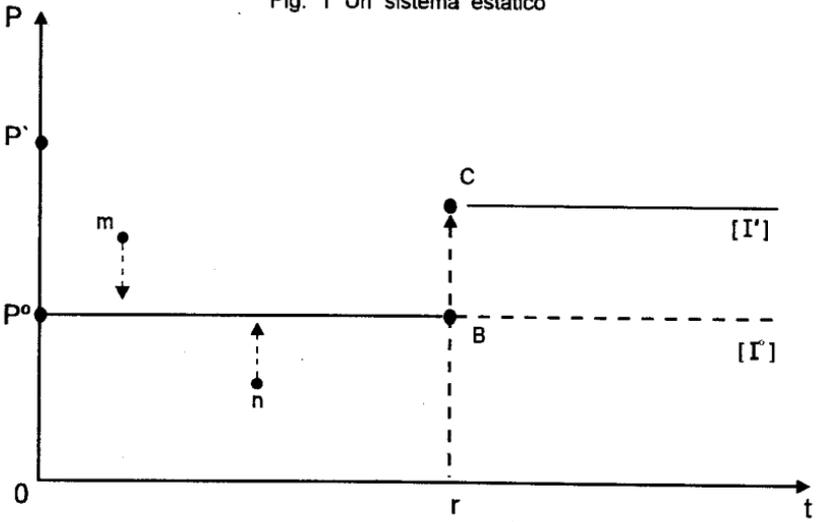


Fig. 2 Un sistema dinámico

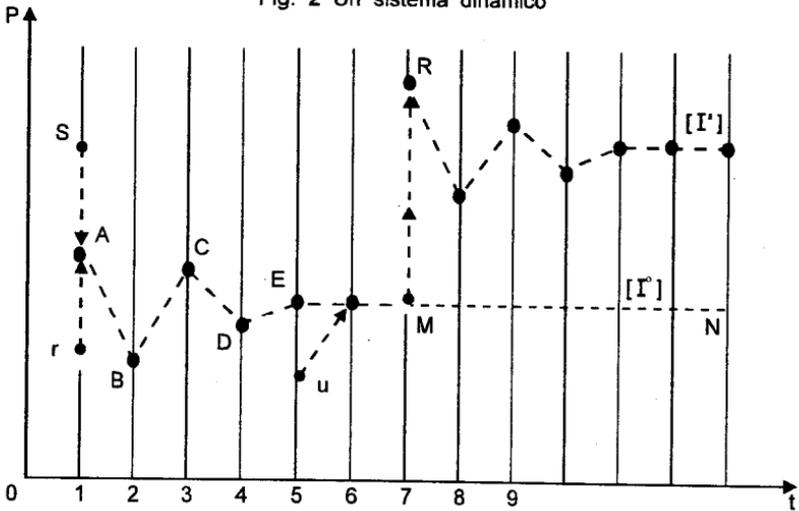


Fig. 3 Equilibrio dinámico estable y no convergente

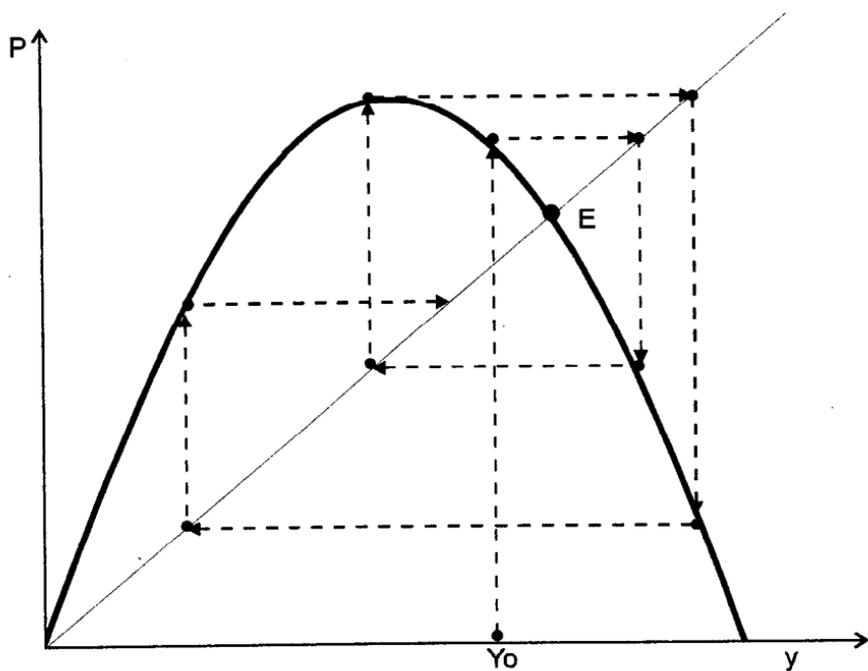
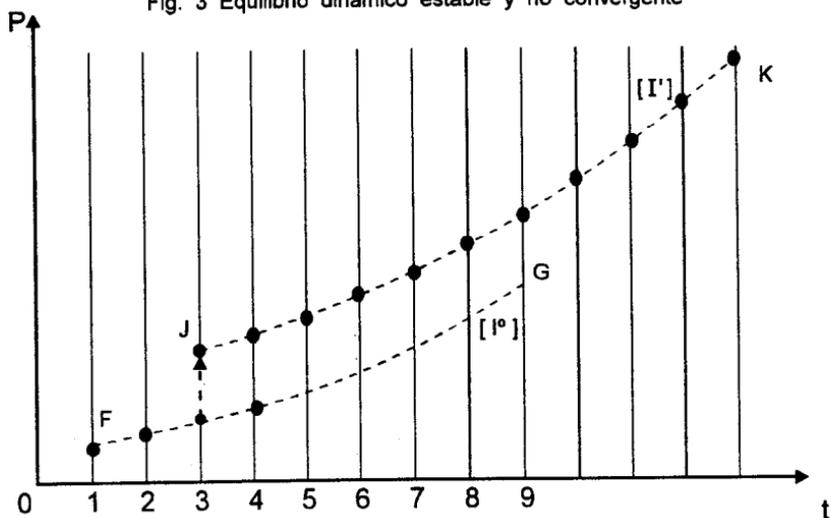


Fig. 4 Un sistema dinámico caótico

económico estático y en el segundo como si fuera un sistema económico dinámico. El uso de términos como "equilibrio", "estática" y "dinámica", los cuales provienen de la física, podrían hacer pensar que la economía como ciencia puede ser reducida a una suerte de *física social*. El desarrollo presentado aquí debería ser suficiente para mostrar que éste no es el caso. La autonomía de la economía es evidente.

## BIBLIOGRAFIA

- BAUMOL, William y Jess BENHABIB  
1989 "Chaos: Significance, Mechanism, and Economic Applications".  
*Journal of Economic Perspectives*, 3(1): Winter.
- BLANCHARD, Oliver y Lawrence SUMMERS  
1987 "Hysteresis in Unemployment". *European Economic Review*,  
31: 288-295.
- DIXIT, Avinash  
1989 "Hysteresis, Import Penetration, and Exchange Rate Pass-  
Through". *The Quarterly Journal of Economics*, CIV(2): 205-  
228.
- FIGUEROA, Adolfo  
1992 *Teorías económicas del capitalismo*. Lima: Fondo Editorial,  
Pontificia Universidad Católica del Perú.
- GANDOLFO, Giancarlo  
1971 *Mathematical Methods and Models in Economic Dynamics*.  
North Holland Pub.
- GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas  
1971 *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge, Mass.:  
Harvard University Press.
- GLEICK, James  
1988 *Chaos. Making a New Science*. New York: Penguin Books.

Adolfo Figueroa

HICKS, John

1989 *Métodos de economía dinámica*. México: Fondo de Cultura Económica. Traducción de *Methods of Dynamic Economics*, Oxford University Press, 1985.

POPPER, Karl

1977 *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.

SAMUELSON, Paul

1947 *Foundations of Economic Analysis*. New York: Atheneum.

SOLOW, Robert

1990 *Labor Market as a Social Institution*. Cambridge: Basil Blackwell.