

# CAOS, ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA \*

## Las implicancias de un pensamiento no lineal

David Parker  
Ralph Stacey

### I. Introducción: Un mundo caótico

“Sospecho que el universo no sólo es más extraño de lo que suponemos, sino más extraño de lo que podemos suponer.”

J. B. S. Haldane, 1928, p. 286.

En la actualidad se está llevando a cabo una revolución fundamental en las ciencias naturales. El modo como los científicos entienden y explican el funcionamiento del mundo ha dado un giro de 180 grados. Antes, lo explicaban principalmente en función del orden y de la regularidad. Para ellos, todo era un conjunto de sistemas que se movían en forma predecible, ordenada de antemano de acuerdo con leyes naturales deterministas, según las cuales las causas ordenadas producían efectos ordenados. Ahora, en cambio, hacen hincapié sobre el papel creativo que desempeñan el desorden y la irregularidad. Ven el mundo como un conjunto de sistemas auto-organizados, cuyo funcionamiento tiene consecuencias repentinas e impredecibles. Aún existen leyes naturales deterministas, pero se considera que operan de una manera circular en la cual el desorden conduce al orden y el orden, al desorden. La visión simple del mundo deja paso a otra, esencialmente compleja y paradójica.

Esta nueva ciencia ha recibido el nombre de dinámica no lineal, o teoría de la complejidad, y el aspecto que más ha atraído la atención del público es lo que se denomina teoría del caos. Esta designación es, quizá, poco afortunada, porque en su sentido más popular la palabra “caos” connota un pandemónium total y absoluto, puro azar y confusión. Pero éste no es el significado del término para los científicos. Ellos entienden por caos una mezcla intrincada de orden y desorden, de regularidad e irregularidad: patrones de comportamiento que, si bien son irregulares, resultan reconocibles como amplias categorías conductuales o arquetipos, dentro de los cuales existen incontables variedades individuales. Algunos dichos populares reflejan la omnipresencia de ese caos en los asuntos humanos; por ejemplo: “La historia se repite a menudo, pero nunca lo hace dos veces de la misma manera”. En este trabajo nos proponemos explorar ese reconocimiento intuitivo y examinar cómo la nueva ciencia de la complejidad y el caos podría proporcionarnos una comprensión más profunda del

---

\* Este trabajo ha sido traducido con la autorización del Institute of Economic Affairs.

funcionamiento de las organizaciones humanas y las economías. Por cierto, lo haremos con toda la perspicacia que nos sea posible, teniendo en mente lo difícil que parece ser para los empresarios diseñar y mantener organizaciones creativas y para los gobiernos conducir políticas económicas y sociales efectivas.

## **Linealidad y no linealidad**

Para considerar en perspectiva la tarea que vamos a emprender en este trabajo, veamos en primer lugar en qué sentido la nueva ciencia de la complejidad constituye una revolución tanto para las ciencias naturales como para las sociales.

Tradicionalmente, unas y otras han explicado el comportamiento de los sistemas en términos lineales. Por supuesto, se sabía que las verdaderas relaciones eran no lineales, pero como éstas resultaban obviamente difíciles de manejar, las aproximaciones lineales se consideraban, en general, como una simplificación útil y aceptable (Pesaran y Potter, comps., 1993, p. vii). Para ver si lo son en la práctica, reflexionemos por un momento acerca de las diferencias entre los sistemas lineales y los no lineales.

*Primero*, en una relación lineal una causa dada tiene un solo efecto, una acción dada tiene un único resultado. En cambio, en una relación no lineal, una causa o una acción dadas pueden tener varios efectos o resultados diferentes. En otras palabras, las ecuaciones lineales tienen una sola solución y por lo general pueden resolverse con facilidad, pero las no lineales tienen más de una solución y no existe un método general para resolver la mayor parte de ellas.

*Segundo*, los sistemas lineales poseen una propiedad aditiva simple, por la cual constituyen la suma de sus componentes. El sistema lineal puede fragmentarse en sus diversos elementos y cada uno de ellos puede estudiarse y explicarse por separado, después de lo cual se los puede unir nuevamente y explicar el sistema en su totalidad. En el caso de los sistemas no lineales, esta propiedad aditiva simple no existe. Son sinérgicos, en el sentido de que son más que la suma de sus componentes. Por lo tanto, no es posible entenderlos plenamente mediante el método reduccionista de descomponerlos y volver a reunir sus partes en un todo. Es necesario llevar a cabo una aproximación holística o sistémica que permita comprender los patrones de comportamiento que produce el sistema en su conjunto.

Dadas estas diferencias, la aproximación lineal a un sistema no lineal sólo es aceptable y útil si se cumplen las siguientes condiciones. La sinergia debe ser relativamente poco importante, y es preciso idear algún método que permita tener en cuenta a la vez esta sinergia mínima y la gama de efectos que puede provocar una causa única. La teoría de probabilidades de la estadística constituye el método estándar en estos casos. Se parte del supuesto de que todas las relaciones en el sistema en estudio son estocásticas y en ellas se

introducen “errores”. Estos errores dan cuenta de cualquier defecto en las especificaciones u omisión en las relaciones o de cualquier omisión casual en el sistema. En el campo de la estadística, esta teoría, construida sobre supuestos acerca de cómo están distribuidos estos errores y con variaciones finitas, permite a los científicos estimar aproximaciones estocásticas, lineales, a las relaciones no lineales.

Este enfoque funciona si los errores están distribuidos tal como la teoría estadística presupone que deben estarlo, si las variaciones son realmente finitas y si algún pequeñísimo error, un “rumor” en el sistema, no se intensifica y adquiere proporciones tales como para alterar completamente el comportamiento de dicho sistema. Las grandes conmociones fortuitas tienen efectos importantes, pero es posible ignorar sin riesgo alguno los errores mínimos inadvertidos que no pueden calcularse. Durante siglos, tanto en las ciencias naturales como en las sociales se han hecho supuestos de esta índole, a menudo no cuestionados.

La revolución a que nos hemos referido consiste en el descubrimiento de que por lo general estos supuestos no son válidos. Ahora se sabe que los sistemas no lineales que retroaccionan son sumamente sensibles a las condiciones iniciales, lo que significa que cualquier error minúsculo en un decimal, un imperceptible “rumor” en el sistema, puede intensificarse y desencadenar grandes cambios cualitativos en el comportamiento de ese sistema. En estos sistemas no se puede presuponer sin riesgo que los pequeños errores carecen de importancia. Los errores no están distribuidos del modo que da por sentado la teoría estadística; por el contrario, las variaciones son infinitas y debido a ello las técnicas de estimación estándares fracasan. Una causa única puede dar lugar a innumerables efectos; de hecho, las relaciones causales desaparecen en la complejidad de las interacciones. La propia naturaleza del sistema hace que sea imposible predecir su futuro a largo plazo. En sistemas como éstos, el vuelo de una mariposa en Tokio puede desencadenar un huracán en Nueva York, y nadie puede desandar paso a paso el camino desde el huracán hasta la mariposa. Nadie podrá estar seguro de cuál fue la causa del huracán. En estos sistemas la sinergia adquiere una importancia esencial. Su comportamiento debe entenderse en términos holísticos, sistémicos, no en términos causales, reduccionistas.

## **El caos y el futuro a largo plazo**

Por cierto, este descubrimiento tiene implicancias revolucionarias. El propósito de la ciencia, en vista de la sensibilidad a las condiciones iniciales, ha dejado de ser la predicción pormenorizada. Lo que le interesa ahora es explicar y comprender (Gleick, 1988; Waldrop, 1994). Los sistemas que demuestran una *dependencia sensible de las condiciones iniciales*\* no pueden ser diseñados o planificados en forma satisfactoria. No

---

\* Las palabras y las frases escritas en cursiva y seguidas por un asterisco se definen o explican en el Glosario, pp. 62.

es posible controlarlos monitoreando su comportamiento en relación con un estándar. Tampoco conducirlos de modo que satisfagan una intención preconcebida. Por el contrario, evolucionan mediante un proceso de auto-organización del cual emerge su futuro. Los miembros de un sistema semejante, si bien contribuyen al desarrollo de su futuro, no tienen control alguno sobre él.

En consecuencia, resulta evidente que si los sistemas humanos son de este tipo, es imposible diseñar o planificar con éxito su futuro a largo plazo. Veamos lo que significa planificar el futuro de un sistema a largo plazo. Significa que aquellos de sus miembros que aspiran a ejercer control sobre él deben ponerse de acuerdo respecto del futuro a largo plazo que desean. Por ende, tienen que acordar alguna secuencia de acciones con vistas a realizar la intención que comparten. Después, deben actuar en forma conjunta y revisar los resultados de sus acciones comparándolos con sus intenciones, haciendo las correcciones necesarias para eliminar cualquier divergencia seria. Si bien, por supuesto, este procedimiento puede emplearse siempre que se quiera, sólo resultará *efectivo* si el estado que se desea alcanzar en el futuro puede vincularse de alguna manera con las acciones requeridas para realizarlo. Pero si se pierde el enlace entre una acción y su resultado a largo plazo, es decir, si el futuro remoto es inherentemente impredecible, tal como ahora se reconoce que ocurre en los sistemas creativos no lineales, ningún procedimiento de planificación a largo plazo alcanzará el resultado deseado excepto en forma ocasional y aleatoria. En lugar de confiar en planes de largo alcance, los empresarios y políticos creativos se atenderán a un proceso de aprendizaje de organización, que a su vez se auto-organizará, del cual el futuro emergerá en forma impredecible, sin responder a ninguna intención previa común a algunos miembros del sistema. No estará determinado por intenciones y planes anteriores, sino por la manera pormenorizada en que evolucionan las instituciones.

### *La planificación a corto plazo*

Hemos calificado cada una de las afirmaciones relacionadas con los procedimientos de planificación con las palabras “a largo plazo”. En los sistemas no lineales del tipo de los que estamos estudiando se requiere tiempo para que los pequeños cambios se intensifiquen hasta producir grandes consecuencias. Se deduce, entonces, que el comportamiento de esos sistemas a corto plazo puede ser razonablemente predecible. Por lo tanto, es posible planificar para el corto plazo, y el éxito de esa planificación dependerá del grado de predecibilidad. En realidad, ayer “planeamos” escribir hoy este texto. El lector, sin duda, “planeó” leerlo hace un rato. Una firma planea lanzar un nuevo producto este mes, y lo hace. El gobierno tiene el propósito de reducir los impuestos en el presupuesto próximo a aprobarse y lo lleva a cabo (a veces). Nosotros planeamos ir a trabajar temprano mañana y ponemos el despertador a la hora que nos conviene en función de esto. No cuestionamos la “planificación”, cuando el término se usa en este sentido, de una acción que alguien se propone realizar o incluso, a veces, de los resultados a corto plazo de tales acciones.

Asimismo, no discutimos la idea de “planificación de argumento” tal como la usan compañías como Shell (Beck, 1981; Wack, 1985). En esta “planificación” de largo alcance, se trazan varios posibles argumentos futuros en relación con la producción, la demanda, la competencia, etcétera, y los empresarios practican posibles respuestas. Esta planificación de argumentos no es una planificación, sino una forma de aprendizaje que tiene el propósito de mejorar la capacidad de respuesta a los sucesos a medida que van ocurriendo. Lo que cuestiona la nueva ciencia es la idea de que siempre podemos planificar de manera eficaz o proponer los resultados a largo plazo de nuestras acciones o de que siempre podemos planificar los resultados a corto plazo. A veces se puede lograr un resultado planificado y a veces no. Pero, y esto es importante, es imposible saber por adelantado qué va a ocurrir. Asimismo, con respecto a la planificación de argumento, no existe garantía de que algunos de los argumentos analizados demuestre ser adecuado.

Aquellos que creen que se puede planificar el futuro a largo plazo de las economías y de las empresas se verán obligados a abandonar sus programas si los sistemas humanos creativos son del tipo no lineal, retroactivo, que opera en una forma que se aproxima al caos. Quienes proponen sistemas de planificación tendrán que limitar su propuesta a la administración y control de los resultados a corto plazo de las actividades diarias existentes en las empresas y economías, es decir, a la planificación y control de las acciones y proyectos en sí mismos más que a los resultados a largo plazo de esas acciones y proyectos. Además, también será necesario que replanteemos de algún modo nuestra actitud hacia las fuerzas que actúan en el mercado. En efecto, mientras que los mercados libres son obviamente sistemas creativos que se auto-organizan, la nueva ciencia nos dice que el futuro a largo plazo de esos sistemas es incognoscible. También nos asegura que no hay nada en la naturaleza o en el funcionamiento de los sistemas que se auto-organizan que maximice u optimice los resultados. Las fuerzas de selección (la competencia) eliminan todos aquellos sistemas que carecen de flexibilidad, por lo cual no puede *garantizarse* que la competencia y la libertad de mercado “optimizarán” otra cosa que no sea la flexibilidad en sí misma. El resultado preciso a largo plazo de la acción de las fuerzas del mercado es tan imposible de predecir como lo es el resultado de un sistema planificado. Si bien las políticas de mercado libre permiten que los resultados evolucionen y no requieren una predicción del futuro, esto implica que no se puede determinar al principio hacia dónde irá una economía de mercado. Todo esto resulta evidente cuando encaramos la posibilidad de que el futuro de estos sistemas sea incognoscible.

### **Libertad de elección y coacciones**

La nueva ciencia invita a los partidarios de la planificación y a los de la libertad de mercado a reconsiderar la antigua e intrincada cuestión de la relación que existe entre la libertad de elección y las coacciones. Antes se consideraba que las organizaciones y

empresas exitosas eran las que alcanzaban un grado de equilibrio predecible en su adaptación al medio en que estaban insertas. Por ende, sus miembros sólo tenían una elección en la medida en que las coacciones del medio fueran poco definidas. Lo que nos dice la nueva ciencia es que los sistemas creativos están lejos del equilibrio. Operan allí donde *no* están adaptados a su medio y, en consecuencia, éste no condiciona su éxito futuro. El sistema y su medio evolucionan conjuntamente de una manera determinada por la interacción de ambos, por lo cual los miembros del sistema tienen plena libertad de acción, pero para ello deben pagar el precio de no saber cuáles serán los resultados a largo plazo de sus acciones. En consecuencia, no pueden saber si esos resultados serán los que desean o no. Al parecer, el trueque es éste: se puede estabilizar una empresa o una economía limitándola con reglas, regulaciones y planes, y esto dará como resultado cierta paralización. Como alternativa, se puede liberar a esa empresa o a esa economía de modo que dependa de la interacción, el aprendizaje y el proceso de mercado, con lo cual se hace posible la creatividad. Pero el resultado específico es incognoscible.

Los científicos han demostrado que en la naturaleza las relaciones son intrincadas a causa de la complejidad de los circuitos de retroacción. Por ejemplo, A afecta a B, que a su vez afecta a A, y éste a su vez ejerce un efecto ulterior sobre B, etcétera. De este modo, en la atmósfera, la presión del aire, las precipitaciones y el calor se combinan para producir los diversos climas en el curso de las estaciones, año tras año. En la economía ocurre lo mismo: los agentes económicos interactúan y las variables económicas están interrelacionadas. Por ejemplo, el gasto que hace el consumidor influye sobre su ingreso, y éste a su vez afecta el gasto, así como otras variables macroeconómicas tales como la inversión y el empleo, que ejercen su impacto sobre el consumo. A su vez, éstas afectan al ingreso, y así sucesivamente, en una serie continua de retroacciones complejas.

Si las retroacciones son “negativas”, deprimen el sistema, lo que lleva a su declinación. En consecuencia, si no hay conmociones de origen externo o lo que se denomina *efectos estocásticos*,\* el sistema se mueve hacia un punto estable, o equilibrio estable. Por lo general se ha considerado que las relaciones macroeconómicas funcionan de esta manera (por ejemplo, con el tiempo el multiplicador de la renta nacional resulta ser un fiasco). En otros casos el resultado puede ser un ciclo límite. Los movimientos se producen con regularidad entre dos puntos, de X a Y y nuevamente a X, y así en una sucesión interminable. El modelo de “telaraña” estable para el precio de los porcinos que usan los libros de texto constituye el ejemplo clásico y a veces el ciclo económico se representa de este modo, aunque en realidad ambos están lejos de ser estables. Los precios de los porcinos varían de una manera mucho más compleja; los ciclos económicos rara vez son tan predecibles. ¿Cómo puede explicarse esta mayor complejidad? Tal como lo dijimos, en la vida real los resultados a menudo son atribuidos a un “rumor” o a efectos externos al modelo.

Pero ahora los científicos pueden demostrar que la conducta compleja forma parte de la naturaleza, y que tal conducta no depende de las conmociones externas. En la naturaleza

las retroacciones son tanto positivas como negativas, lo que conduce a una magnificación de las pequeñas causas. Esto significa que un punto estable o un ciclo límite no son los únicos resultados posibles, ni aun necesariamente los más probables. Si bien los economistas han reconocido la posibilidad de una “inestabilidad explosiva” -el modelo de la telaraña que usan los libros de texto por lo general incluye un ejemplo-, normalmente no le han dedicado demasiada atención, por la muy buena razón de que al parecer los mercados y las economías no explotan. La teoría del caos permite comprender de qué modo la conducta puede ser sumamente compleja sin ser explosiva.

### **Caos, administración y economía**

Tal como lo sugieren los recientes avances de la ciencia, ya es hora de repensar el comportamiento económico. Muchos de los supuestos explícitos e implícitos del análisis económico aceptado son puestos en tela de juicio por la teoría del caos, que se relaciona con las circunstancias en que se produce la tensión entre las fuerzas de la estabilidad y las de la inestabilidad. Asimismo, plantea interrogantes fundamentales acerca del modo como se manejan los negocios. Los medios caóticos requieren un estilo de administración diferente del de los medios en los cuales las retroacciones negativas conducen a la estabilidad. Lo mismo puede decirse de las políticas gubernamentales. Si bien en este trabajo utilizaremos por conveniencia los términos “administración” y “administrador”, con ellos designamos también a los políticos en el gobierno y en los organismos gubernamentales.

Los que se oponen a la aplicación de la teoría del caos al estudio de la administración empresarial y de la economía objetan que en las ciencias sociales existen muy pocos casos comprobados de caos. Respondemos a esa objeción de dos maneras. *Primero*, no nos satisface la idea de que si no se puede “probar” estadísticamente que algo ocurre, hay que descartarlo. Para descubrir estadísticamente la existencia del caos hacen falta gran número de datos “impolutos”, es decir, no afectados por el “rumor” o por factores estocásticos. En la economía estos datos muy rara vez existen. Más aun, los métodos estadísticos tradicionales son muy inadecuados para descubrir el caos y los métodos cuantitativos que se han desarrollado de manera específica para los sistemas caóticos son relativamente nuevos y de alcance limitado (Brock, Hsieh y LeBaron, 1991).<sup>1</sup>

Podríamos invertir la carga de la prueba argumentando que para los que dudan es tan obligatorio demostrar que el caos carece de pertinencia en el estudio de la administración y de la economía como lo es para otros demostrar que la tiene. Podríamos expresarlo de otra manera diciendo que los que dudan deberían explicar por qué los negocios y las

---

<sup>1</sup> Israel Kirzner, economista de la tradición “austríaca”, observa: “En el mundo real existe una amplísima gama de cosas que están fuera del alcance de los instrumentos de medición de la econometría. La ciencia económica debe ser capaz de abarcar este ámbito”. En la sección IV, p. 88, se analiza la naturaleza complementaria de la economía austríaca y la teoría del caos.

economías, en los que existe una multiplicidad de circuitos de retroacción, deben estar excluidos de la compleja dinámica descubierta en tantas otras áreas de la vida. En la sección IV volveremos sobre este tema.

*Segundo*, el estudio de la administración y de la economía, de tan larga data, ha conducido a un sinnúmero de teorías y de análisis econométricos, no obstante lo cual el comercio y las economías siguen siendo sorprendentes. En la vida económica parece haber de algún modo, fuera de los libros de texto y las enseñanzas académicas, una complejidad oculta que constantemente se burla de las teorías establecidas. Ha llegado la hora de que advenga una forma de pensamiento que ponga en tela de juicio toda la cosmovisión actual, aunque sólo sea porque ésta es manifiestamente incapaz de explicar los hechos en un sentido que no sea *ex post*. Es conveniente que surja una nueva manera de considerar las relaciones económicas dado que, al parecer, el paradigma existente (el enfoque neoclásico de la economía) no puede manejar su complejidad.

Sin duda, la difusión del conocimiento acerca del caos ha sido limitada hasta ahora, tanto dentro de los ámbitos académicos como fuera de ellos, por las temibles matemáticas, presentes en la mayoría de los libros y artículos sobre el tema. Si bien la expresión precisa de la dinámica caótica necesita de las matemáticas, en este trabajo prescindiremos de la notación matemática para hacer llegar el mensaje del caos a la mayor cantidad posible de lectores. Demostraremos los argumentos principales de la teoría con palabras, analogías, figuras y diagramas. Los científicos, los matemáticos y los economistas disponen ya de una bibliografía de textos técnicos acerca de la teoría del caos (véase, por ejemplo, Berge, Pomeau y Vidal, 1984; Stewart, 1989; Wiggins, 1990; Medio, 1992; Granger y Terasvirta, 1992). Nuestro objetivo consiste en mostrar a los empresarios, a los economistas y a un gran número de estudiantes, académicos y políticos cuán profundas son las implicancias del caos sobre el modo como se consideran los negocios y la economía.

Hemos organizado nuestro trabajo de la siguiente manera. En la sección II se analiza brevemente el desarrollo de la teoría del caos y se explican sus rasgos principales. En la sección III se examina la significación de esta teoría en lo que respecta a la administración, incluyendo el modo como se organizan los negocios. La importancia de la teoría del caos para la economía, y muy especialmente para la política económica, se trata en la sección IV. La sección V, por fin, hace hincapié sobre las lecciones fundamentales que la teoría ofrece a los empresarios y a los hacedores de la política económica. El mensaje predominante es que en los negocios y en la economía no se pueden planear con éxito estrategias de largo plazo, aunque sí se puede y se debe planificar las actividades diarias, de corto plazo, de las empresas y la ejecución de sus proyectos. En lugar de tender a una planificación a largo plazo, el objetivo debe ser crear las condiciones conducentes a un *proceso* de cambio permanente.

## II. El significado del caos

“Hoy en día sabemos que los sistemas más simples crean problemas de predecibilidad extraordinariamente difíciles.”

James Gleick, 1988, pp. 7-8.

Desde que los hombres comenzaron a indagar en busca del sentido de la vida, han intentado precisar cuánto de lo que les ocurre es consecuencia de sus elecciones y cuánto está determinado por factores que escapan a su control, como individuos y como sociedad. La cuestión del libre albedrío ha suscitado permanentemente las reflexiones de los teólogos. En un nivel menos elevado, los economistas y los políticos han debatido de manera encarnizada el grado de determinación que los gobiernos pueden ejercer en el desarrollo de la economía. Los que se dedican a la teoría y a la práctica de la administración de empresas discuten sin cesar para decidir hasta qué punto el éxito de una organización depende de las elecciones de los que la dirigen. Las creencias acerca de cuestiones siempre pendientes de resolución tales como la libertad de elección y la coacción, o el libre albedrío en oposición al determinismo, ejercen una influencia fundamental a la hora de prescribir y adoptar un curso de acción dado.

Los científicos y los matemáticos, al explorar la naturaleza de la complejidad, hicieron descubrimientos esclarecedores acerca de las elecciones y las coacciones en los sistemas sociales, incluso sobre lo que es posible y lo que es imposible para los empresarios y los hacedores de la política económica. Estos importantes descubrimientos están relacionados con las propiedades de los sistemas de retroacción no lineal. Por lo tanto, el primer paso para comprender el modo en que las modernas teorías científicas de la complejidad arrojan luz sobre la naturaleza de la elección es aprehender el concepto de retroacción no lineal en las organizaciones humanas considerando cómo interactúan los individuos.

### La complejidad de la causa y el efecto

Consideremos en los términos más simples y generales la conducta de tres individuos, X, Y y Z, tal como la representa la figura 1. Observando las interacciones entre los tres desde el punto de vista de X, éste actúa dentro de un medio constituido por los otros dos, de la siguiente manera. X descubre de algún modo lo que están haciendo Y y Z, elige una respuesta apropiada y luego actúa. Su acción tendrá consecuencias que Y y Z descubrirán a su vez, lo cual conducirá a cada uno de ellos a elegir una respuesta que, naturalmente, tendrá consecuencias que X descubrirá y a las que responderá, etcétera. Así, cada acción de X ejercerá una retroacción que tendrá un impacto sobre su acción siguiente. Lo mismo es aplicable a Y y a Z. De este modo, a medida que los individuos actúan en su vida diaria, constituyen un sistema de retroacción.

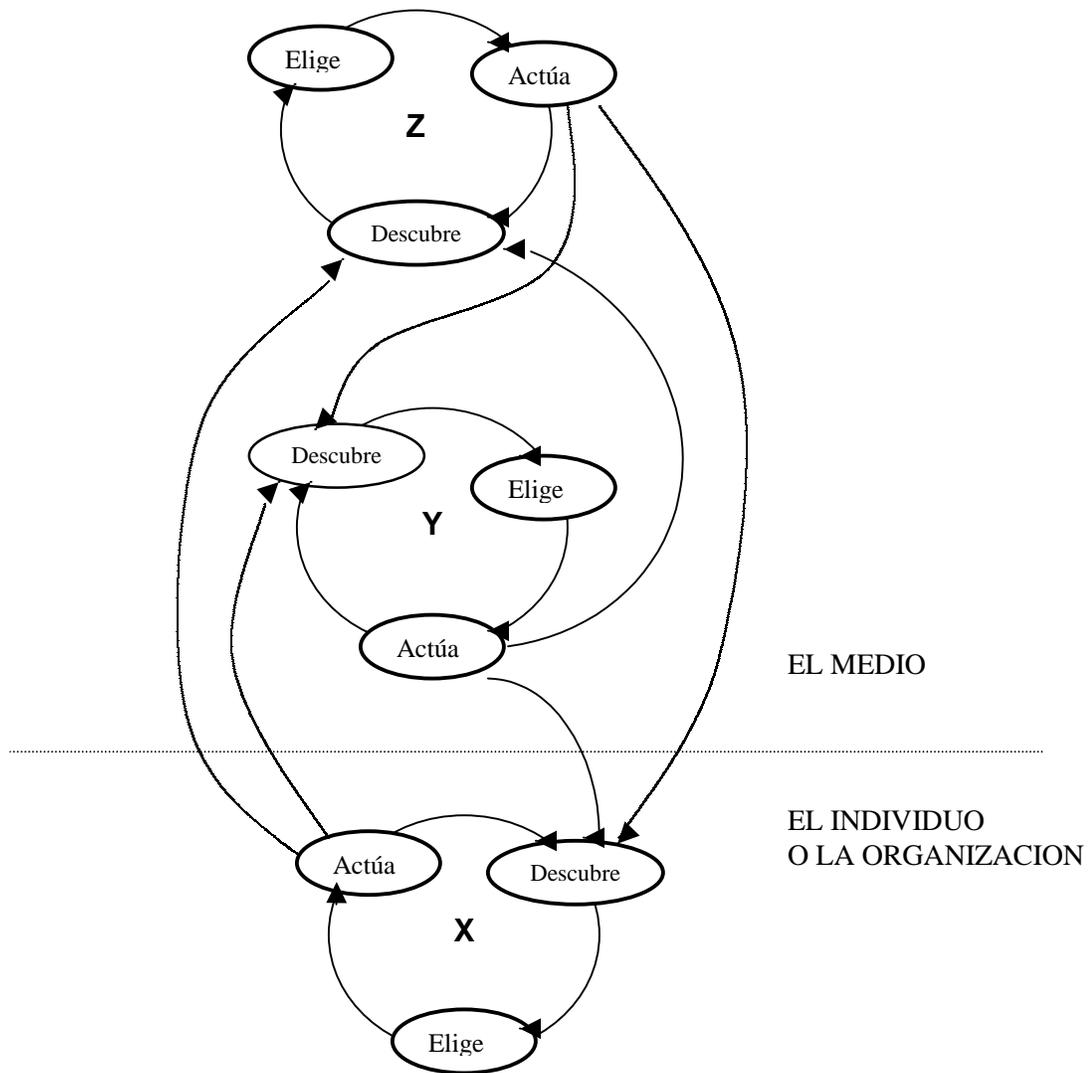


Figura 1. Ejemplo de retroacción.

La figura 1 también puede ejemplificar la conducta de tres grupos de personas o de tres organizaciones. El concepto puede ampliarse para incorporar a gran número de organizaciones que interactúan en un medio económico o social, incluyendo coaliciones de individuos, grupos o empresas. De ellos se deduce que todos los sistemas humanos son sistemas de retroacción. Éstos, además, siempre involucran relaciones no lineales.

En un sistema lineal hay un solo efecto para cada causa. En consecuencia, por la esencia misma del sistema es imposible elegir el resultado. El efecto combinado de dos causas diferentes no es más que la suma de los efectos de cada causa considerados individualmente. Esto significa que los sistemas lineales pueden comprenderse reduciéndolos a sus partes componentes y estudiando cada una de ellas por separado. El

todo es simplemente la suma de las partes. Los sistemas lineales conducen a su propia solución y, por ende, a su “construcción”.

Por el contrario, en los sistemas no lineales una causa puede tener diversos efectos, lo que significa que la elección es una posibilidad real. Como estos sistemas pueden ser mucho más que la suma de sus partes, es imposible entenderlos plenamente por el simple análisis de sus componentes. Resulta muy difícil identificar los resultados potenciales de estos sistemas complejos y más aun medirlos, por lo cual la tarea de construirlos con éxito es sumamente ardua. Las personas hacen elecciones, a menudo reaccionan de maneras obstinadamente individuales, incluso peculiares, y la conducta grupal es más que la simple suma de las conductas individuales.

### **La conducta no lineal**

En la actualidad se sabe que la gente se comporta de una manera no lineal. Veamos un ejemplo. En un importante estudio psicológico de la conducta humana, Amos Tversky, de la Universidad de Stanford, demostró que las personas evitan el riesgo cuando esperan una ganancia y lo buscan cuando enfrentan una pérdida. En el curso de un experimento se preguntó a los participantes si preferirían tener u\$s 85.000 o la *oportunidad* de poseer u\$s 100.000; la mayoría contestó que preferiría tener el dinero. Al preguntárseles después si preferirían perder u\$s 85.000 o correr un riesgo del 85 por ciento de perder u\$s 100.000, la mayoría optó por correr el albur. Un sistema lineal no permite estos efectos asimétricos. Los mercados financieros también han sido asociados con la no linealidad, en el sentido de que una misma causa puede muy bien producir efectos diferentes según las circunstancias. Por ejemplo, el efecto que puede tener sobre los mercados financieros una reducción del 1 por ciento de la tasa de interés depende del modo como la interpreten esos mercados (*The Economist*, 9 de octubre de 1993, p. 10). Recientemente se ha descubierto que después de grandes shocks negativos la producción industrial tiende a volver a un crecimiento positivo mucho más rápido de lo que implican los modelos lineales tradicionales (Terasvirta y Anderson, 1993).

Los matemáticos y los científicos naturales han tratado de aprehender la compleja dinámica de los sistemas de retroacción no lineal, haciéndolo primero por separado, en varias áreas de estudio diferentes. El estudio científico serio de la matemática de esos sistemas se remonta a fines del siglo XIX, cuando Henri Poincaré estudió los movimientos en el sistema solar. Poincaré demostró que los sistemas simples de carácter no lineal pueden producir un comportamiento complejo y aleatorio. Sin embargo, la importancia de este estudio no fue reconocida en su tiempo, y otras investigaciones complementarias realizadas primero en Rusia y más tarde en la URSS (por ejemplo, Lyapunov, 1892; Kolmogorov, 1941) también suscitaron escaso interés entre los científicos occidentales.

En Occidente, el estudio de los sistemas de retroacción no lineal comenzó en la década de 1960, en especial debido al trabajo de Edward Lorenz (1963) acerca de la turbulencia atmosférica y a los estudios de Mitchell Feigenbaum (1978) sobre las bifurcaciones y de Stephen Smale (1963 y 1980) y de Ruelle y Takens (1971) sobre las dimensiones *fractuales*\* y los *atractores*.\* En los Estados Unidos, el estudio de Smale sobre la matemática de las dinámicas no lineales demostró que después de eventos insignificantes, la trayectoria de un sistema puede llegar a ser sumamente compleja y conducir a una *turbulencia caótica*.\*

La turbulencia caótica se ha transformado en una parte fundamental del estudio de la termodinámica, donde ha sido desarrollada para abordar una clase de sistemas denominados *estructuras disipadoras*,\* término acuñado por Ilya Prigogine (1980). Los circuitos eléctricos no lineales, las pulsaciones solares, las epidemias de sarampión, la turbulencia acústica, algunas reacciones químicas y la turbulencia hidrodinámica han sido vinculados con la dinámica caótica. Por ejemplo, la complejidad del movimiento de los líquidos puede observarse en el movimiento de una corriente o de un río. Parte de las aguas se mueven lentamente y otras partes lo hacen con rapidez. Parte de las aguas giran originando pequeños remolinos y otras partes se mueven en sentido contrario al del flujo principal. La turbulencia tiene como causa la viscosidad o fricción que se produce en el agua, disipando energía. La viscosidad introduce la no linealidad en las ecuaciones del movimiento, haciendo posible la turbulencia.

En el ámbito de la biología, se ha establecido que las oscilaciones complejas del comportamiento se dan en todos los órdenes de la vida, desde la célula hasta el organismo en su totalidad. Entre ellas se incluyen el ritmo respiratorio, la contracción del músculo cardíaco y los ciclos reproductores de las plantas. Se ha descubierto que la actividad eléctrica del cerebro durante el sueño profundo se comporta como un sistema que posee gran complejidad intrínseca y es sumamente impredecible. De hecho, uno de los principales pioneros de la teoría del caos sostuvo que “la complejidad dinámica del cerebro humano no puede ser accidental. Debe de haber sido seleccionado por su propia inestabilidad” (Prigogine, 1988, p. 98). De manera similar, los trabajos de Edward Lorenz acerca del clima han mostrado por qué las condiciones atmosféricas son inherentemente impredecibles; los pronósticos sólo tienen cierta validez, a lo sumo, por unos pocos días. El clima, como la naturaleza en general, es una mezcla muy compleja de inestabilidad dentro de la estabilidad. El tiempo puede ser impredecible más allá de unos pocos días, pero se mantiene dentro de ciertos límites. Sabemos que en Londres no puede haber una temperatura de 42 grados en enero y que no es posible que nieve en Singapur. Los sistemas de retroacción no lineal producen una mezcla de orden y desorden.

## **Retroacciones positivas versus negativas**

Los sistemas de retroacción no lineal son conducidos por retroacciones positivas y negativas. En los sistemas de calefacción central domésticos, por ejemplo, la retroacción es negativa. Una vez establecida la temperatura deseada, un sensor mide la temperatura real del ambiente y la compara con el nivel deseado. La desviación realimenta entonces el sistema de control para encenderlo si la temperatura es demasiado baja o para apagarlo si es demasiado alta. La retroacción es negativa en el sentido de que la acción conduce a consecuencias que compensan o anulan la desviación original.

Cualquier sistema planificado se basa en la noción de retroacción negativa. Se establece deliberadamente el resultado que se desea alcanzar, o al menos cierta dirección de movimiento. Después se controlan los resultados y se identifica la brecha entre el real y el propuesto. A continuación se intenta estrechar la brecha alimentando el sistema con las modificaciones necesarias como para asegurar la convergencia entre el resultado real y el propuesto. El manejo keynesiano de la demanda es esencialmente de esta índole. La política fiscal tiene el propósito de atenuar las fluctuaciones en la economía afectando la demanda agregada, de manera semejante a un sistema de calefacción central que ajusta la temperatura de un ambiente.

La retroacción positiva es opuesta a la negativa, como se vio en la sección I. En lugar de realimentar el sistema con las discrepancias entre el resultado real y el esperado, de manera que la brecha entre ambos se cierre, la retroacción está destinada a *ensanchar progresivamente* la brecha. Así, si en un sistema de calefacción central prevaleciera la retroacción positiva, cuando la temperatura real superara el nivel deseado la desviación realimentaría el sistema de control. Esto haría que se bombeara *más* calor hacia la habitación, elevando la temperatura real por encima del valor deseado. *La retroacción positiva refuerza las desviaciones en lugar de anularlas*. Por lo tanto, mientras que la retroacción negativa ejerce un efecto amortiguador y estabilizador, la positiva es amplificadora y desestabilizadora. Ahora se sabe que el manejo inapropiado o ingenuo de la demanda en una economía puede tener efectos similares. La consecuencia es un aumento, en lugar de una disminución, de la inestabilidad económica (Dow, 1970).

La retroacción positiva aparece por doquier en la economía y en los negocios, sea en forma de un crecimiento auto-reforzador, un aprovechamiento de los logros ajenos, reacciones en cadena, profecías que entrañan su propio cumplimiento y círculos virtuosos y viciosos. Además, la retroacción positiva y negativa puede observarse en las organizaciones como dos tipos diferentes de aprendizaje. En la figura 2 se representa a empresarios y políticos describiendo un circuito de retroacción racional en el centro del diagrama. La forma en que lo hacen pone en evidencia que sus descubrimientos respecto del modo como funciona el mundo y el modo en que llevan a cabo sus elecciones y sus acciones están regidos por un modelo mental o paradigma compartido por todos. Como no cuestionan ese modelo, practican lo que Argyris y Schön (1978) llamaron “aprendizaje de circuito simple”. Aunque aprenden acerca de las consecuencias de su conducta y hacen en ella los ajustes necesarios a la luz de ese aprendizaje, no ponen en tela de juicio el

marco de referencia dentro del cual éste tiene lugar. El aprendizaje de circuito simple es un proceso de retroacción negativa que se asocia con una conducta estabilizadora.

Figura 2. Aprendizaje de circuito simple.

1 Consecuencias y otros cambios 2 Actuación 3 Elección 4 Descubrimiento

No obstante, a medida que aumenta el grado de incertidumbre y de ambigüedad, el accionar acorde con un modelo mental formulado y compartido en condiciones que han cambiado drásticamente se torna poco efectivo y, además, peligroso. Por lo tanto, se requiere un *aprendizaje de circuito doble* en el cual ese modelo está sujeto a cuestionamientos y cambios (fig. 3). El aprendizaje de circuito doble es un proceso de retroacción positiva en el que se presta atención a las contradicciones y conflictos entre lo que está sucediendo realmente y las expectativas que suscita un modelo mental obsoleto. Se adquiere así un nuevo modelo mental que se adecua al anterior en lo que respecta al descubrimiento siguiente. El aprendizaje de circuito doble tiene, pues, un aspecto destructivo, dado que es un proceso por el cual las antiguas percepciones se tornan redundantes. Pero también tiene un aspecto creativo porque resulta en un nuevo modelo mental o paradigma. Este tipo de aprendizaje ha sido un componente fundamental del desarrollo de la humanidad desde los tiempos más remotos. Es esencialmente desestabilizador, porque pone en tela de juicio el *statu quo*.

Figura 3. Aprendizaje de circuito doble.

1 Consecuencias y otros cambios 2 Actuación 3 Elección 4 Descubrimiento  
5 Modelo mental anterior 6 Nuevo modelo mental

### **Sistemas caóticos e inestabilidad limitada**

En los niveles microeconómico (organizativo) y macroeconómico, la planificación y las formas de control que se le asemejan responden, en esencia, a un tipo de retroacción negativa. Su objetivo es producir normas de conducta *predecibles*, lo cual facilita la óptima adaptación de la organización, el mercado o la economía en su conjunto a un medio *dado* o conocido. Dentro de un sistema de retroacción negativa hay condiciones identificables, o parámetros, que hacen que éste se afirme. El sistema es atraído a un punto a partir del cual sólo se moverá si se produce un “shock” externo. Esto equivale a ser atraído a un estado de equilibrio estable, un estado en el cual el sistema no cambia o sólo lo hace de maneras repetitivas y, en consecuencia, predecibles. Es el tipo de equilibrio propio de la economía neoclásica. Estos sistemas pueden ser eficientes, porque la repetición les permite hacer cada vez mejor aquello que ya hacen bien; pero, por la

misma razón, no producen nada que sea nuevo o renovador: no son creativos. El problema de la economía neoclásica reside en su incapacidad para introducir novedades e innovaciones, tema sobre el cual volveremos más adelante.

La conducta de equilibrio es una alternativa. O el sistema se rige por una retroacción negativa y tiende a un equilibrio estable o se rige por una retroacción positiva y tiende a una inestabilidad incontrolable. Para eliminar esa inestabilidad es necesario que algún agente o alguna condición exterior al sistema “entren en él y le pongan un freno”. En cambio, los sistemas de retroacción no lineal no están limitados a una conducta “de alternativa”; esto da origen a la paradoja de la estabilidad dentro de la inestabilidad. Cuando estos sistemas están lejos de una situación de equilibrio, automáticamente aplican coacciones *internas* para mantener la inestabilidad dentro de ciertos límites. Esto se debe a la estructura no lineal del sistema.

Los procesos de retroacción positiva amplifican y propagan las perturbaciones. En un extremo, podrían generar una inestabilidad explosiva en una organización, un mercado o una economía. Si se considera el mundo desde un punto de vista lineal, la inestabilidad podría no tener fin. A menos que se produzca una perturbación a causa de una intervención externa, la trayectoria se proyectará hacia arriba (o hacia abajo). Pero los sistemas no lineales de índole caótica pueden ser sumamente complejos y, al parecer, inestables. Sin embargo, permanecen limitados por la existencia de lo que los científicos llaman *atractor extraño*.\*

#### *Atractores normales, periódicos y “extraños”*

Un atractor normal es el equilibrio o la trayectoria limitada de un sistema. Imaginemos una bolilla colocada dentro de un bol. Si agitamos el bol, la bolilla salta hacia un lado y luego rebota hacia el lado opuesto, o bien corre a lo largo de las paredes hasta volver al punto inicial, y así hasta que termina por detenerse en el fondo del bol. Es atraída hacia un punto de equilibrio estable, lo que se denomina atractor de punto fijo. Éste es un estado estable (el sistema no evoluciona ni cambia). La bolilla siempre termina en el fondo del bol, o sea que el resultado es absolutamente predecible.

El péndulo de un reloj, por el contrario, es el caso típico de un movimiento regular, periódico, que se repite constantemente (ciclo límite). Se dice que en este caso el sistema tiene un atractor periódico. El péndulo oscila regularmente hacia un lado y hacia otro, de un punto a otro, hora tras hora. Pero cuando el comportamiento del sistema no es estable ni cíclico sino caótico, resulta mucho más complejo que en cualquiera de estos casos; en él, el movimiento está determinado por un “atractor extraño”. Éste, a diferencia de los otros dos, se asocia con oscilaciones complejas (de ahí su nombre). No es un punto, sino un conjunto de puntos hacia el cual son atraídos los movimientos que se originan en sus cercanías. La trayectoria no es periódica y jamás alcanza un equilibrio estable. No sigue un ciclo regular como el de un péndulo. Al mismo tiempo, tiene un movimiento limitado

y no es completamente inestable. Los movimientos están circunscriptos al campo de acción del atractor.

En cualquier sistema de retroacción no lineal puede haber puntos hacia los cuales es atraído el sistema que no producen un equilibrio estable ni un ciclo regular (periódico). Su comportamiento es mucho más complejo, ya que consiste en una mezcla de estabilidad e inestabilidad. Aparentemente, la bolilla que se mueve dentro del bol lo hace al azar. No obstante, no puede salir de él y en consecuencia su movimiento está limitado. Debido a la complejidad de los movimientos, para todos los propósitos prácticos el sistema puede *parecer* completamente inestable e impredecible.

La conducta compleja, asociada con un atractor extraño, se encuentra en el límite entre la estabilidad y la inestabilidad. Si a un sistema de retroacción no lineal se lo saca del estado estable, pasa por una *fase de transición*;<sup>\*</sup> éste es uno de los descubrimientos más importantes de la ciencia en los últimos tiempos.

## **El conjunto de Mandelbrot**

Una forma de comprender cuál es la naturaleza de este descubrimiento es considerar un sistema no lineal muy simple, que genere una secuencia de números. A partir de un conjunto de números dado, una computadora puede calcular la secuencia generada por un circuito de retroacción y mostrar si el resultado es un patrón estable, como una línea recta, así como también si es un ciclo regular o un movimiento irregular o inestable. También puede trazar un mapa que muestre todos los conjuntos de números a partir de los cuales se llega a la estabilidad contra un fondo constituido por todos los conjuntos de números que llevan a la inestabilidad.

Un ejemplo de uso común es la ecuación de retroacción que genera lo que se denomina “conjunto de Mandelbrot”, que toma su nombre del de su descubridor, Benoit Mandelbrot (para más información, véase Mandelbrot, 1977; Gleick, 1988; Stewart, 1989). Mandelbrot estaba investigando la naturaleza de las figuras matemáticas que no se ajustan a los conceptos euclidianos tradicionales con respecto a la forma. Es decir, buscaba las irregularidades de las figuras y de las formas, como en los helechos, los brécoles, las nubes, las montañas, las líneas de las costas, en lugar de formas regulares como triángulos y rectángulos. Si se dibujan con una computadora las condiciones que conducen a la inestabilidad utilizando la ecuación  $Z_t = Z_{t-1}^2 + c$ , donde  $t$  indica cada circuito y  $c$  es un número complejo, resultará el dibujo que se muestra en la figura 4.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Un número complejo es aquel que se escribe en dos partes para dirigir sus punto hacia el norte y hacia el este en un plano complejo. El modelo se genera partiendo del punto en el cual  $Z$  es cero. Se multiplica  $Z$  por sí mismo y se le suma el número complejo,  $c$ . Después se toma el resultado, se lo multiplica por sí mismo y nuevamente se le suma  $c$ . Este proceso se repite muchas veces.

Figura 4. Estabilidad e inestabilidad.  
(Fuente: Penrose [1989].)

A primera vista no parece haber nada sorprendente en este dibujo. En el centro hay una gran burbuja negra que representa todas las combinaciones de acontecimientos iniciales que dan resultados estables (atracción a un punto estable o a un ciclo regular, es decir, equilibrio). Fuera de esta burbuja hay una gran área en blanco donde están todos los sucesos que conducen a la inestabilidad. No obstante, la sorpresa surge cuando se estudia en profundidad el límite entre la estabilidad y la inestabilidad. No es un límite nítido ni una línea que divida con precisión las dos regiones, sino que representa una forma de comportamiento totalmente diferente, de la que hasta hace muy poco sólo algunos científicos sabían algo. Lo que demuestra este descubrimiento es que en los sistemas de retroacción no lineal no estamos ante una simple elección entre estabilidad e inestabilidad. Estos sistemas pueden operar en un tercer estado que se denomina de *inestabilidad limitada*,\* que es cualitativamente diferente tanto de la estabilidad como de la inestabilidad.

Si se toman intervalos cada vez más pequeños entre los conjuntos de números iniciales de esta línea limítrofe se comprende mejor el fenómeno. El producto (fig. 5) es un límite formado por líneas complejas, muy irregulares, como desflecadas.

Figura 5. Límite complejo.  
(Fuente: Penrose [1989].)

Al examinar con más detalle una de estas líneas desflecadas, la computadora dibuja un patrón complejo semejante al de la figura 6. En esta figura el patrón está dibujado en blanco y negro, pero se puede instruir a la computadora para que use diferentes colores de acuerdo con el tiempo que tarde en identificar si un conjunto inicial de números terminará en una secuencia inestable. Con estas instrucciones, la computadora trazará un mapa de contorno de la fuerza del impulso hacia la inestabilidad. Los patrones resultantes son muy bellos (véase, por ejemplo, Peitgen y Richter, 1986; Gleick, 1988).

Si se amplía una parte de la figura 6, aparecerán otros patrones incluidos en ella. Cada vez que se observe el mapa, lo que se vea dependerá de la atención con que se lo examine. Es siempre diferente y, sin embargo, siempre semejante. Constantemente aparecerán patrones reconocibles, aunque irregulares.

Figura 6. Orden dentro del desorden.  
(Fuente: Penrose [1989].)

Las pequeñísimas diferencias en la perspectiva o entre los conjuntos iniciales de números conducen a patrones diferentes de la forma original, aunque se los puede reconocer como similares. Una y otra vez surgen islas de estabilidad. Puede decirse que la constancia de estos patrones sólo consiste en el grado de irregularidad que poseen.

El comportamiento no está limitado a los números y a las simulaciones de las computadoras. Lo que intriga a los científicos es que se repite una y otra vez en la naturaleza; el tiempo, por ejemplo, manifiesta este comportamiento, como lo hacen los líquidos turbulentos y los gases. Los sistemas de retroacción no lineal generan, encubiertas entre la estabilidad y la inestabilidad, en el límite, formas de comportamiento que no son estables ni inestables: son constantemente nuevas y creativas. Esta propiedad se aplica a los sistemas de retroacción no lineal, dondequiera que se los encuentre. Existe una zona limítrofe infinitamente intrincada que es, en realidad, un entrelazamiento entre orden y desorden. Es tan enorme la diversidad de formas que se genera en el límite, que el sistema se encuentra en continua creación.

*El comportamiento que se estira y se dobla: “fractal” o caótico*

En la zona limítrofe es imposible hacer una clara distinción entre la estabilidad y la inestabilidad, porque las condiciones iniciales que conducen a aquella se encuentran muy próximas a las que llevan a ésta. Tan próximas están que no se pueden medir las diferencias entre ambas o influir sobre ellas. *No es posible determinar por anticipado cuáles serán las condiciones finales.* El futuro específico del sistema es efectivamente incognoscible. Este comportamiento sigue, sin embargo, un patrón cualitativo general, “oculto”. Mandelbrot acuñó el término “fractal” para designar las formas que encontró. Un fractal es una forma geométrica en la cual se repiten patrones similares en varias escalas diferentes. Por más atentamente que se las examine, las formas son similares. Para tener una idea de lo que esto significa, pensemos en un sistema que “se estira y se dobla como la masa amasada por un panadero” (Kamminga, 1990, p. 56). En lugar de explotar en forma exponencial, el sistema se vuelve sobre sí mismo en un proceso de “doblamiento” que mezcla aquellos puntos que están muy separados entre sí y los mantiene dentro de límites. El resultado de esto es un comportamiento fractal o caótico. Precisamente, esta combinación de estiramiento y doblamiento es lo que conduce al caos (Medio, 1992, p. 121).

Estas conclusiones acerca del comportamiento caótico se desprenden de la estructura no lineal propia del sistema y no son consecuencia de la naturaleza del medio en el cual opera éste. El comportamiento del sistema, lejos de estar en equilibrio, es a la vez estable e inestable, sin que intervenga algún agente interno o externo (por ejemplo, aplicándole shocks al azar). Se produce debido a la estructura no lineal del circuito de retroacción.

Puede haber ciclos de comportamiento bastante constantes, interrumpidos de vez en cuando y sin advertencia previa por fases de turbulencia caótica. Estos cambios cualitativos no son necesariamente el resultado de efectos exógenos (externos) o de un “rumor estocástico”, como se supone a menudo, sobre todo en el ámbito de la economía. El movimiento no periódico no se debe a un cambio en las relaciones subyacentes o en la estructura del sistema, ni a perturbaciones estocásticas o fortuitas. *Está predeterminado dentro del sistema.*

En la región fronteriza entre la estabilidad y la inestabilidad, el comportamiento del sistema se desarrolla de manera compleja. Hasta tal punto depende el producto de los pormenores circunstanciales, que se pierden las relaciones causa-efecto. Ya no es posible confiar en que una determinada entrada dará lugar a una determinada salida. Las leyes del sistema operan de tal modo que intensifican las pequeñas perturbaciones coyunturales que se van produciendo, por lo cual se rompe el enlace entre una entrada y su correspondiente salida.

### **Dependencia sensible**

Todo esto nos lleva a la cualidad de la dependencia sensible con respecto a las condiciones iniciales. Esta dependencia sensible constituye una importante característica del desordenado comportamiento de los sistemas dinámicos deterministas en la ciencia. A ello se debe, sobre todo, su impredecibilidad, porque el sistema puede ser sensible aun a cambios mínimos en el valor de sus condiciones o parámetros. Las menores variaciones en los parámetros producen enormes alteraciones en el comportamiento del sistema (Schuster, 1989, p. 63). Aun cuando los parámetros estén muy próximos entre sí, el sistema puede pasar de periódico a caótico, para volver luego a su condición inicial.

Un sistema cuyo comportamiento es caótico opera de tal modo que amplifica los pequeños cambios en las condiciones hasta producir importantes variaciones en la conducta consiguiente. Esto es lo que subyace en el “efecto mariposa”, observado por Edward Lorenz cuando intentaba predecir patrones meteorológicos. La sensibilidad puede llegar hasta tal punto que incluso las variaciones decimales en una condición o parámetro son capaces de alterar por completo el comportamiento del sistema. Cambios de tan pequeña magnitud que es casi imposible detectarlos pueden producir comportamientos totalmente diferentes. La dependencia sensible tiene implicancias significativas en el estudio de la administración y la economía. En la evaluación de sistemas que tienen existencia real, como los económicos, rara vez se pueden especificar con precisión las condiciones iniciales, y en algunos casos no es posible en absoluto. Con frecuencia surgen errores de cálculo y “rumores”. Además, nunca se está seguro de que el modelo incluye todos los factores que pueden influir sobre el comportamiento.

## **Auto-organización**

Cuando los sistemas de retroacción no lineales se apartan del equilibrio y entran en el caos, son capaces de producir espontáneamente formas de comportamiento más complejas a través de un proceso de auto-organización. Los fractales constituyen una evidencia de la existencia de esos sistemas auto-organizados. Las formas fractales son semejantes a sí mismas, lo que equivale a decir que tienen estructuras similares en todas las escalas, y ahora se sabe que son comunes en la naturaleza. Un copo de nieve es un buen ejemplo, así como lo es la hoja de un árbol; las nubes constituyen otro prototipo de un patrón natural auto-organizado y complejo. Para decirlo de otro modo, en los sistemas de retroacción no lineal de la naturaleza *emerge* constantemente un comportamiento creativo e innovador. En el límite entre la estabilidad y la inestabilidad, el sistema produce un flujo continuo de formas nuevas y creativas. Los experimentadores que tratan de influir sobre los resultados deberían operar en condiciones límites, o sea, en el contexto o la situación en la cual se está produciendo el comportamiento. No pueden determinar específicamente lo que hará el sistema; todo lo que pueden hacer es dar origen a un patrón general de comportamiento si están dadas las condiciones ambientales adecuadas.

Para la mentalidad científica conformada según las concepciones newtonianas, los sistemas naturales se comportaban de maneras predecibles o predeterminadas. Cuanto hacía falta para descubrirlas era profundizar las investigaciones. Su recompensa era el pleno conocimiento del sistema, lo que les confería la capacidad de controlar y planificar con buenos resultados. La misma mentalidad regía (y todavía rige) gran parte de la investigación en ciencias sociales. Si pudiéramos averiguar cuál es la causa de la pobreza, o qué es lo que conduce a la inflación, o a qué se debe la delincuencia juvenil o qué es lo que determina el desempleo, la sociedad podría organizarse para terminar con la pobreza, la inflación, la delincuencia juvenil y el desempleo. Se sabe que si las políticas requeridas para lograrlo son conflictivas, pueden surgir problemas. Por ejemplo, un descenso en la inflación puede conducir a un mayor desempleo, por lo menos durante un tiempo. Pero esto se plantea, en esencia, como una cuestión de elección, por lo general, política. El punto de vista de que el sistema se puede planificar se mantiene invariable.

Sin embargo, desde la perspectiva del caos, la planificación de logros específicos a largo plazo termina inevitablemente en un fracaso. Como los sistemas caóticos se rigen por complejos procesos de retroacción, por lo común es imposible identificar la relación precisa entre causa y efecto; esto hace que no podamos actuar sobre esas relaciones. Por el contrario, el orden puede emerger del caos de manera impredecible, sin un designio formal, aunque no es seguro que sea así.

## **Estructuras disipadoras**

El trabajo de Ilya Prigogine acerca de lo que se denomina sistemas disipadores (Prigogine y Stengers, 1984) pone de manifiesto la importancia de la “emergencia” como propiedad fundamental de los sistemas no lineales. Los sistemas disipadores preservan su estructura pese a que contienen fuerzas debidas a la fricción que disipan la energía. Aclaremos el concepto con un ejemplo.

Cuando un líquido está separado del medio que lo rodea y su temperatura es uniforme, se encuentra en equilibrio termodinámico. Está, pues, en estado de reposo en un nivel global, lo que significa que no hay movimientos importantes en él, aunque las moléculas se mueven por doquiera y en diferentes direcciones. Por lo tanto, en equilibrio las posiciones y movimientos de las moléculas son aleatorios y, como tales, independientes entre sí. En un sistema en equilibrio, no ocurre nada; su comportamiento es simétrico, uniforme y regular. Cada punto del líquido es esencialmente igual a otro. En un momento dado, el líquido está exactamente en el mismo estado que en otro momento cualquiera.

Cuando se lo saca de su estado de equilibrio mediante algún “parámetro de control”, por ejemplo, una condición ambiental como el calor, el sistema usa la retroacción positiva. Ésta amplifica las pequeñas fluctuaciones en toda la masa líquida. Así, si una capa de líquido está cerca del equilibrio termodinámico y se aplica calor a la base, esto genera una fluctuación o variación en la condición ambiental en la cual existe el líquido. El cambio de temperatura se amplifica y se difunde en toda la masa líquida. Esta amplificación rompe la simetría y causa una diferenciación dentro del líquido. Al principio las moléculas que están en la base dejan de moverse al azar y comienzan un movimiento ascendente. Las más afectadas por el aumento de temperatura se elevan hasta la superficie.

Finalmente, este movimiento da origen a la convección, por la cual las moléculas menos afectadas son desplazadas e impulsadas hacia la base del líquido; allí se calientan y comienzan a moverse hacia arriba, donde a su vez desplazan a otras hacia abajo. Ahora, las moléculas se mueven en círculo. Se ha establecido un importante movimiento que rompe la simetría del líquido. En éste, cada punto ha dejado de ser igual a otro. En algunos se produce un movimiento ascendente y en otros, un movimiento descendente. Después de cierto tiempo, la temperatura del líquido alcanza un punto crítico y emerge una nueva estructura. Las moléculas se mueven en una dirección regular, constituyendo células hexagonales, algunas de las cuales giran en el sentido de las agujas del reloj y otras lo hacen en sentido opuesto. En otras palabras, se *auto-organizan*. Esto representa una *coherencia de largo alcance*.\* Los movimientos de las moléculas se correlacionan ahora entre sí, como si estuvieran comunicadas. Pero sin embargo, la dirección que seguirá el movimiento de cada célula es impredecible. No se lo puede determinar por anticipado.

La dirección en que se moverá una célula cualquiera depende de pequeñas diferencias en las condiciones existentes en el momento de su formación. Si se aplica más calor a la

masa líquida, se rompe la simetría del patrón celular y emergen otros patrones. Finalmente, el líquido alcanzará un estado de turbulencia caótica. El pasaje de un estado de perfecto orden a otro de orden más complejo se ha producido mediante un proceso de desestabilización. Desde un estado de equilibrio estable, el sistema ha pasado a un estado caótico. Se trata, obviamente, de un proceso en el cual la destrucción abre paso a la creación de algo nuevo, más o menos en el mismo sentido en que Joseph Schumpeter (1942) describió las “ráfagas de destrucción creativa” en la economía.

### *Las propiedades de los sistemas disipadores*

Según lo estableció Ilya Prigogine, los sistemas no lineales sólo son variables cuando se los saca de una situación de equilibrio inicial, como en el caso del líquido sujeto a la acción del calor. Los sistemas no lineales pueden incorporar energía o información tomándola del medio circundante y ésta se disipa luego dentro del sistema, haciendo que, en cierto sentido, éste se despedace. Pero aún existe en el sistema una estructura (la “estructura disipadora” de Prigogine), en forma de patrones irregulares capaces de generar una renovación por medio de la auto-organización. Los sistemas disipadores tienen las siguientes propiedades:

- Usan la retroacción positiva para amplificar las fluctuaciones en su medio de modo de desbaratar los patrones de comportamiento existentes. Esto resulta, finalmente, en patrones de comportamiento irregulares, fractales o caóticos. En consecuencia, dentro de una estructura hay una gran variedad individual.
- Así como hay variedad en ellos, hay una estructura. Ésta toma la forma de correlaciones, o de una comunicación entre los componentes individuales del sistema. Se trata de una auto-organización, más o menos en el mismo sentido en que F. A. Hayek (1948) empleó el término en su explicación del modo como cambian las sociedades.
- Estos sistemas hacen elecciones en puntos críticos. Debido a un pequeño cambio en los parámetros de control (por ejemplo, un ligero aumento en el grado de calor), un sistema puede manifestar un comportamiento cualitativamente diferente, dando un súbito viraje de un tipo de comportamiento a otro. Ha dejado de tener validez universal la antigua idea de que los pequeños cambios tienen pequeños efectos. En los sistemas disipadores existen múltiples elecciones, y las consecuencias de hacer una elección en lugar de otra pueden ser impredecibles y de gran magnitud.
- En ocasiones evolucionan en forma repentina e inesperada y su complejidad se hace cada vez mayor. El tiempo y el espacio adquieren trascendencia. La historia del sistema es importante y *un nuevo orden emerge sin que exista previamente un propósito deliberado*. El hecho de que emerja significa que los resultados constituirán una sorpresa. Por ejemplo, no hay nada en la naturaleza de un líquido que se encuentra en equilibrio estable que indique cómo se comportará si se lo somete a un calor intenso. Lo mismo puede decirse de los mercados financieros, donde se han gastado decenas de miles de horas-hombre y millones de libras en

sistemas de computación y en pagar a los analistas que los programan. Con todo, no se ha descubierto una manera de predecir con seguridad los movimientos en los valores de las acciones y en el tipo de cambio exterior. También se intenta mejorar los pronósticos económicos a largo plazo (por ejemplo, en lo que respecta a la inflación, el empleo y los índices de crecimiento económico), y tampoco aquí se observan evidencias de un éxito duradero.

## **Enseñanzas del caos**

Las organizaciones sociales no lineales y capaces de comportarse como estructuras disipadoras manifiestan cualidades fractales (Zimmerman y Hurst, 1992; Tsoukas, 1991; Stacey, 1991). Como los sistemas humanos, entre ellos las organizaciones comerciales y las economías, son sistemas de retroacción no lineal, el caos deja enseñanzas muy profundas. En nuestra opinión, las organizaciones comerciales y las economías son, en esencia, estructuras disipadoras que muestran *a la vez* estabilidad e inestabilidad. Los resultados de la auto-organización espontánea de los agentes económicos son impredecibles, lo cual, como es obvio, tiene implicancias dramáticas porque hace imposible cualquier idea de planificación útil a largo plazo, en el sentido de lograr resultados específicos, predecibles. Por el contrario, demuestra que es necesario establecer estructuras y procesos que promuevan la mayor adaptabilidad posible.

Para que puedan ser cambiantes, los sistemas económicos deben operar lejos del equilibrio, donde es imposible predecir con seguridad los resultados a largo plazo. En consecuencia, nadie puede tener el control de una economía. Para ello sería necesario poseer un conocimiento pormenorizado de las complicadas relaciones matemáticas del sistema, pero al parecer no hay modo de obtener tal conocimiento (Medio, 1992, p. 85). Además, habría que calibrar con infinita precisión cualquier cambio que se produzca, debido a la presencia de la *dependencia sensible de las condiciones iniciales*.\* Esto es, a todas luces, irrealizable.

El futuro a largo plazo no sólo es difícil de prever sino esencialmente incognoscible a causa de la misma naturaleza del sistema, y no por los cambios que se producen fuera de éste y hacen impacto sobre él. Estos factores aleatorios aumentan la complejidad. En consecuencia, los procesos de toma de decisiones que requieren predicciones confiables - incluso los que se basan sobre hipótesis acerca de estados futuros a largo plazo- son puestos en tela de juicio. Quienes los ponen en práctica en condiciones de inestabilidad limitada dedican sus esfuerzos a una fantasía.

Si un sistema está en equilibrio, no existe básicamente problema alguno en controlar su movimiento hasta un punto fijo en el futuro, por lo menos en principio. Pero es muchísimo más difícil controlar el movimiento hasta un punto distante en el futuro cuando un sistema posee una inestabilidad limitada. Para hacerlo, sería preciso

especificar con absoluta exactitud cada hecho y cada acción necesarios para alcanzar ese estado futuro. Si la especificación tuviese siquiera un error insignificante, el sistema podría amplificarlo, lo que conduciría a un resultado completamente distinto del planeado.

En otras palabras, no se trata meramente de descubrir las acciones que se requieren para llevar a una empresa o a una economía de un punto a otro, sino que es imposible medir o registrar cada hecho con el grado infinitamente preciso de exactitud que hace falta para lograrlo. Tampoco se podría fijar un punto distante en el futuro y llegar necesariamente a él por ensayo y error, porque los errores no se compensan. Se puede imaginar un estado final deseable, una utopía, y proponerse llegar a él, pero la posibilidad de alcanzarlo alguna vez en la realidad es infinitamente pequeña. No es sorprendente que la historia del mundo esté llena de tentativas fallidas de crear semejantes utopías.

También es bastante inútil formular hipótesis acerca de una situación futura, porque las hipótesis deberían ir cambiando. Si no es posible avizorar el futuro con certeza, menos aun lo es planificarlo en detalle. En un sistema caótico, el porvenir es abierto, sin un límite preciso e inherentemente incognoscible. Aunque en realidad el sistema es determinista, se mueve de manera aparentemente fortuita en el largo plazo. El futuro emerge a través de la auto-organización espontánea. No se puede establecer cómo se moverá necesariamente el sistema antes de hacer un cambio en la política. Para descubrir hacia dónde va, a medida que progresa hacia su meta, *la única alternativa es hacer el cambio y ver qué ocurre.*

Por el contrario, el futuro a corto plazo de los sistemas caóticos es más predecible, porque el sistema necesita tiempo para amplificar los pequeños cambios hasta transformarlos en modificaciones importantes en los patrones de comportamiento. En consecuencia, es perfectamente posible (en verdad, esencial) que la gente planifique sus acciones *siguientes*. Como lo hemos dicho en la sección I, no estamos en contra de la planificación de secuencias de acciones. Lo que no se puede predecir, en un sentido útil, son los resultados a largo plazo de esas acciones. En lugar de eso, la gente tiene que aprender a medida que sigue actuando, y decidir a partir de ese aprendizaje cuáles serán sus acciones siguientes. Así emerge el futuro.

El problema no reside precisamente en la dificultad de prever el futuro a largo plazo dado el estado actual del conocimiento o de la tecnología. La creciente sofisticación de los métodos de predicción y el poder cada vez mayor de las computadoras no son una solución. Es imposible predecir el futuro en un sistema caótico, sea cual fuere la cantidad de información acerca del sistema que se haya recogido en el pasado y sea cual fuere el procesamiento de los datos. Un sistema semejante está sujeto a cambios cualitativos súbitos y fortuitos, que a veces pueden llegar a ser dramáticos. Evidentemente, el caos es algo más que una simple curiosidad matemática o científica (Loye y Eisler, 1987;

Cartwright, 1991). Un rasgo común de su aplicación es que revela que el futuro de los sistemas creativos es esencialmente incognoscible.

### III. Descubrimiento, elección y acción en las organizaciones

“Si la elección es genuina, no puede existir certeza acerca del futuro; si la certeza existe, no puede haber elección.”

Brian J. Loasby, 1976, p. 5.

Durante muchos años, los directivos de la General Motors formularon y pusieron en ejecución planes estratégicos destinados explícitamente a recuperar el mercado que habían perdido. No obstante, la declinación de la empresa continuó, pese a sus intenciones y a sus expectativas. También está perdiendo mercado IBM, contrariamente a los propósitos de sus directivos y a pesar de las reorganizaciones y de los programas de revitalización.

Estos casos, bien conocidos, ejemplifican una incapacidad empresarial aparentemente más extendida para:

- proyectar “organizaciones cambiantes”, es decir, organizaciones capaces de una variedad y una innovación permanentes; y
- realizar los objetivos propuestos cuando sus organizaciones cambian (Beer, Eisenstat y Spector, 1990).<sup>3</sup>

#### *La falta de capacidad para el cambio conduce a la crisis en las organizaciones*

La falta de capacidad para el cambio en las organizaciones se ha atribuido a factores cognoscitivos. Los empresarios se comportan de acuerdo con una “prescripción de la empresa” que comparten y que los lleva a postergar las transformaciones sugeridas hasta que la necesidad de cambio alcanza proporciones críticas. Entonces, se produce un viraje de dirección estratégico después de años de inercia estratégica (Fine, 1984; Meyerson y Martin, 1987; Johnson, 1987). En otras palabras, la falta de comprensión por parte de sus directivos hace que la organización se desvíe de la “adecuación” a su medio competitivo hasta que se produce una crisis que provoca el retorno al equilibrio.

De acuerdo con otra explicación similar, la inercia organizativa (compromisos personales, inversiones financieras y mecanismos institucionales que sustentan el *statu quo*) impide el

---

<sup>3</sup> Parte de esta sección está tomada de la obra de Ralph Stacey (1993), *Strategic Management and Organizational Dynamics*, Pitman, Londres. Agradecemos a Pitman por autorizar la reproducción de las figuras 10 a 14, que pertenecen a esa edición.

cambio. Esto continúa hasta que las tensiones acumuladas, provenientes del desajuste entre la estrategia en curso y las transformaciones del medio, provocan una renovación de la estrategia. En este momento, la organización se reajusta a su medio (Johnson, 1988; Miller y Friesen, 1980). De acuerdo con este enfoque, en el caso de corporaciones como General Motors e IBM el problema consiste en la incapacidad por parte de sus directivos de planificar un cambio en sus operaciones que sea óptimo para satisfacer las futuras condiciones del mercado.

Esta opinión surge de manera absolutamente lógica de la bibliografía sobre el tema de la administración, dominada por modelos de conducta administrativa que, en general, presuponen que los resultados a largo plazo de las acciones directivas pueden predecirse. En consecuencia, son susceptibles de una realización intencional, y se supone que cada realización es una adaptación al medio. En las obras sobre sistemas dinámicos (Forrester, 1958 y 1961; Senge, 1990) se reconoce que las conexiones entre causa y efecto pueden estar separadas en tiempo y lugar, lo que hace posible que emerjan patrones de comportamiento no intencionales e inesperados. No obstante, aún se sostiene que si los administradores operaran en “situaciones de influencia”, en las cuales las acciones más intrascendentes pudieran producir resultados importantes, serían capaces de llevar a sus empresas en la dirección deseada. El éxito se equipara en gran medida con la planificación de una *aptitud para la adaptación*\* con el medio. En resumen, el éxito equivale a mantener el control y a realizar las metas fijadas a largo plazo.<sup>4</sup>

El estudio de los sistemas desde una perspectiva caótica sugiere un concepto totalmente diferente de la administración (aunque usamos el término “administración” por convención, los argumentos se aplican por igual a los políticos y a los administradores que forman parte del gobierno). Este concepto se basa en el argumento de que las organizaciones sólo son cambiantes cuando se mantienen lejos de un equilibrio que las adapta a su medio y, en consecuencia, son en cierto sentido inestables (Stacey, 1991 y 1992; Zimmerman, 1992). Las conexiones entre las acciones y los resultados a largo plazo son tan impredecibles que resulta esencialmente imposible para los administradores planificar y lograr resultados *propuestos* a largo plazo. Por ello, hoy en día predomina una interpretación diferente acerca de las razones por las cuales fracasan las organizaciones.

---

<sup>4</sup> Por ejemplo, Peter Senge (1990) hace hincapié sobre la necesidad de “visión” y de “propósito”. Aunque acepta que vivimos en un mundo complejo en el que los efectos retroactivos son numerosos y poco conocidos, no deja de desear un mundo en el cual se considere apropiado un claro sentido de dirección. Tom Peters (1987) y Michael Porter (1990), de manera similar, reconocen la complejidad de los negocios en nuestra época y, en consecuencia, la necesidad de un cambio y una adaptabilidad forzosa. Aunque Peters habla de “caos”, al parecer usa el término en su acepción corriente de enredo y confusión. No obstante, ambos parecen creer que hay una especie de “lista” de atributos absolutamente precisos que las empresas deberían adoptar (o, en el estudio de Porter, que deberían adoptar las naciones). En cierto sentido, la adopción de estos atributos garantizaría la ventaja en la competencia. Lo mismo puede decirse, en grado apenas menor, de los recientes pronunciamientos de John Kay (1993) con respecto a cómo lograr el éxito en una empresa teniendo “aptitudes distintivas”. Las “aptitudes” se definen muy detalladamente y se hace hincapié sobre la necesidad de la flexibilidad, con lo cual estamos de acuerdo. Pero desde nuestro punto de vista, no resulta claro si las aptitudes reales de algunas compañías, que les han sido muy útiles en el pasado, serán necesariamente adecuadas en el futuro, como parece creerlo Kay.

Su fracaso no se debe a una mala planificación en lo que respecta a lograr la “adaptación” a sus medios en el futuro (a lograr la “aptitud para la adaptación”), sino a que *sencillamente se adaptan en lugar de crear*, y no obtienen los resultados propuestos a largo plazo porque *es imposible hacerlo*. General Motors e IBM pudieron adaptarse al pasado inmediato y también pueden adecuarse a las condiciones presentes, pero no hacer cambios hoy con vistas a las condiciones futuras, porque *no pueden conocer* el medio competitivo que tendrán que enfrentar.

Pensamos que las administraciones no son capaces de realizar sus cambios propuestos a largo plazo debido a la inmutabilidad de los sistemas organizativos, y no por alguna forma de incompetencia administrativa. Un sistema sólo puede exhibir una variedad incesante y sorprendente cuando opera en un estado caótico o fractal. Para decirlo de otro modo, la selección natural elimina todos los sistemas que alcanzan estados de total inestabilidad o de total estabilidad. Los que sobreviven o prosperan son aquellos que se mantienen lejos del equilibrio, en una inestabilidad limitada. En ese estado paradójico denominado caos, esos sistemas son inherentemente cambiantes y, por ende, capaces de una innovación y una variedad constantes.

### **El modelo de administración “racional”**

Un proceso de toma de decisiones y de control no es más que una forma particular de descubrir, elegir y actuar. En efecto, cuando los administradores toman decisiones y llevan a cabo procedimientos de control, o cuando los consultores recomiendan métodos para la toma de decisiones y para la puesta en práctica del control, están usando un modelo particular del proceso, que por lo general se aplica sin cuestionar sus supuestos acerca de la naturaleza de la retroacción. Ésta puede ser negativa o positiva. La clase de modelo que se construya dependerá de cuál de estos dos tipos de retroacción se ponga de relieve (Hanna, 1988).

En el enfoque basado en la planificación, que en el pasado predominó en la bibliografía sobre administración, el descubrimiento es la recolección sistemática de datos objetivos, a menudo cuantitativos, que en una etapa posterior se analizan cuidadosamente con el fin de generar opciones que serán evaluadas y elegidas por los administradores. La elección, a su vez, es un proceso de fijación de objetivos y evaluación de las opciones identificadas utilizando criterios generales tales como aceptabilidad, factibilidad y “aptitud para la adaptación” al medio. La opción que se elija será la más adecuada para alcanzar el objetivo propuesto. En este proceso, la acción se define como la puesta en práctica de la opción seleccionada. Se da por sentado que lo que le ocurra a una organización estará determinado principalmente por el propósito que comparten sus directivos o por sus elecciones conjuntas respecto del resultado propuesto a largo plazo, incorporadas en sus planes, y estas elecciones son el resultado de un proceso de toma de decisiones “racional”. Las formas de organización industrial que formulan estrategias (por ejemplo,

Thompson, 1967; Williamson, 1975; Porte, 1980 y 1985) son de este tipo. Sugieren que las organizaciones necesitan examinar el medio que las rodea para mantener cierto tipo de equilibrio organizativo o “aptitud para la adaptación”.

En la práctica, a medida que ponen en ejecución los planes que han elegido, los administradores se mueven describiendo un circuito de descubrimiento, elección y acción. Al hacerlo, se encuentran con las restricciones que les impone su medio, lo que significa que los resultados serán diferentes de lo que esperaban. En el modelo de planificación esto se resuelve comparando los resultados reales con los planeados. Se calculan las variaciones y se elige entre las diversas opciones para eliminar cualquier variación. Después, se emprende una acción correctiva para que la organización retome el rumbo planificado (tal como en el ejemplo del sistema de calefacción central presentado en la sección II, p. 18). Así, las restricciones a la actividad administrativa se tratan empleando formas de verificación y control destinadas a permitir que la organización se mantenga en la trayectoria elegida por sus directivos para el largo plazo. El resultado de esto es una forma de estabilidad y regularidad.

No obstante, si para alcanzar el éxito se requiere la adaptación a un medio dado o conocido, la dificultad consiste en comprender qué significa “elegir”. El medio es el que decide cuál debe ser el estado que se considera exitoso. En un mundo semejante, la toma de decisiones administrativa se convierte en un simple cálculo para determinar cuál es la adaptación exitosa, y de este modo no hay lugar para una “elección” auténtica. Desde este punto de vista, sólo hay elección si las restricciones impuestas por el medio son, en cierto sentido, poco definidas. La figura 7 resume el modo en que el modelo de administración tradicional o “racional” define el descubrimiento, la elección y la acción.

Figura 7. El enfoque racional de la administración.

- 1 Consecuencias de las acciones que se realizan en el medio
  
- 2 **Descubrimiento**  
Recolección sistemática y análisis de los datos  
+  
Verificación de los resultados de las acciones
  
- 3 **Elección**  
Fijación de objetivos  
+  
Generación de opciones  
+  
Evaluación y selección de la opción aceptable, factible y adecuada
  
- 4 **Acción**

Ejecución de la acción elegida  
+  
Corrección de las desviaciones del plan

## 5 Consecuencias para el medio

Durante mucho tiempo se ha admitido que sólo es posible poner en práctica alguna aproximación a este proceso racional de toma de decisiones/verificación y control en condiciones cercanas a la certeza, es decir, en condiciones en las cuales la información está relativamente disponible y los resultados de las acciones pueden preverse, por lo menos en forma aproximada. Thompson y Tuden hicieron hincapié sobre esto en su estudio de 1959, y también lo hizo H. A. Simon en sus trabajos publicados en 1957 y en 1960. Desde entonces, otros han puesto énfasis sobre este punto (la contribución más reciente es la de Mintzberg, 1994).

No obstante, los consultores y los administradores generalmente desestiman esta limitación a la aplicabilidad del modelo de planificación cuando intentan llevarlo a la práctica en situaciones de gran incertidumbre. Sin embargo, existen modelos de procesos alternativos que son esclarecedores acerca del modo como se comportan los administradores en circunstancias inciertas. Estos procesos se basan en visiones, tareas o ideologías compartidas y acciones de ensayo y error. Entre los autores que proponen esta interpretación de los procesos de toma de decisiones los más importantes son Tom Peters y Robert Waterman, quienes publicaron en 1982 un *best-seller* acerca del tema de la administración, *In Search of Excellence*, y James Quinn, que a partir de sus estudios de estos procesos propuso un modelo, muy semejante al de Peters y Waterman, denominado “incrementalismo lógico”. Los trabajos de Quinn aparecieron en 1978 y 1980. Otros estudios recientes respecto de este tema son los de Peters (1987) y Hammer y Champy (1993).

### **Incrementalismo lógico**

La figura 8 resume las definiciones de descubrimiento, elección y acción desde el punto de vista del “incrementalismo lógico”. El marco general dentro del cual se realizan las elecciones en este enfoque de la administración se establece por la visión de los directivos y por los valores que éstos sustentan, “persuadiendo” a otros miembros de la organización para que los compartan. No obstante, el alto grado de incertidumbre hace imposible demostrar de qué manera se realizará la visión. En un proceso de ensayo y error, la acción debe emprenderse no como parte de un plan sino en forma de pequeños experimentos, y sus resultados deben ser descubiertos. Esto, a su vez, permite a la organización aprender de su experiencia, en el sentido de que ésta proporciona una guía para la siguiente

elección de pequeños experimentos. La visión llega a realizarse como resultado de este proceso de aprendizaje a partir de pequeñas jugadas experimentales (De Geus, 1988).

Figura 8. El enfoque de la excelencia en la administración

- 1 Consecuencias de las acciones que se realizan en el medio
- 2 **Descubrimiento**  
Aprendizaje a partir de las consecuencias de la acción experimental  
+  
Atención para con los clientes
- 3 **Elección**  
La elección de acciones experimentales se rige por una ideología compartida
- 4 **Acción**  
Experimentos de ensayo y error
- 5 Consecuencias para el medio

Sin embargo, es improbable que, dada la incertidumbre de las condiciones existentes, haya consenso acerca de cada experimento. Por eso, la elección debe ser política (Mintzberg, 1994, pp. 200-01). Las jugadas estratégicas experimentales serán determinadas por la coalición más poderosa dentro de la organización o por un líder carismático, con poder legítimo. La administración se transforma esencialmente en un proceso político porque todos comparten (o se los obliga a compartir) los mismos valores y tienen como meta la misma visión. El proceso entraña una “negociación” que se trata de realizar en forma simple, estable y lógica, y no de manera desestabilizadora o desorganizadora.

Es obvio que este enfoque también implica una retroacción negativa, porque existe intencionalidad en lo que respecta a los valores y a la visión de un estado futuro. El proceso de elección se va realimentando con los resultados de los pequeños experimentos, lo cual hace que la organización siga funcionando en pos de la visión. En conformidad con esto, Peters y Waterman, y Quinn, propusieron una versión de lo que es, en esencia, el modelo de planificación. Igual que en ese modelo, en el enfoque basado en la visión y los valores las elecciones de los administradores acerca de los resultados a largo plazo determinan principalmente el desarrollo de una organización. Los que hacen esas elecciones son individuos talentosos (o por lo menos, se espera que lo sean), que después utilizan los procesos políticos internos de la organización para persuadir a otros de que las compartan. El resultado de esto es una situación de estabilidad y regularidad, equiparable

con el éxito: la visión exitosa es la que permite a una organización adaptarse a su medio. En consecuencia, aquí se plantea el mismo problema que se da en el modelo racional, en lo que respecta a una “elección auténtica”.

### **Integración del modelo de retroacción negativa**

Los dos modelos analizados son los únicos que parecen dominar las discusiones acerca de los procesos de toma de decisiones y de control en los libros de texto, pero en la práctica, naturalmente, los administradores no centran su atención exclusivamente en uno u otro. Por lo tanto, un modelo integrado debe incluir a ambos. En la figura 9 se muestra cómo puede utilizarse el circuito de retroacción descubrimiento/elección/acción para ilustrar este proceso.

Figura 9. Forma de control visionaria/ideológica.

- 1 Circuito cultural y cognoscitivo
- 2 Modelo mental compartido
- 3 Contradicciones y conflicto
- 4 **DESCUBRIR**  
Analizar los hechos
- 5 **ACTUAR**  
Implementar la opción
- 6 Circuito racional
- 7 **ELEGIR**  
Evaluar y seleccionar opciones
- 8 Intereses creados
- 9 Circuito abiertamente político
- 10 Coaliciones y liderazgo
- 11 Consecuencias y cambios en el medio

En el centro del diagrama se encuentra el circuito racional de toma de decisiones y control presentado en la figura 7. La proposición siguiente, a saber, que los administradores actúan en el marco de un plan y de una cultura que todos comparten, con la misma

ideología y con idéntica visión, se ilustra en la figura con el circuito cultural y cognoscitivo. Lo que un grupo de administradores descubre sobre las acciones de quienes constituyen el medio que rodea a su organización, y cómo lo descubre, depende de los modelos mentales que comparten los miembros del grupo. Cuando todos comparten los mismos modelos con plena convicción, no se dan cuenta de las contradicciones y conflictos entre sus percepciones y lo que realmente ocurre. En consecuencia, siguen actuando en forma estable sin cuestionar la cultura en que están insertos ni la visión que sustentan.

La forma política del proceso de toma de decisiones (ensayo y error) puede considerarse incorporando un circuito “abiertamente político”. Éste muestra cómo las elecciones son determinadas por líderes y coaliciones estables dentro de las organizaciones, que no representan una amenaza para los intereses creados porque su elección se lleva a cabo dentro del modelo mental aceptado por el medio circundante. El modelo resultante es un proceso de toma de decisiones y control centrado en el procesamiento de la información. El liderazgo se define, entonces, por la fijación de una dirección clara y bien definida, la enunciación de una visión y una cultura y la adjudicación de forma y lógica a las actividades. En suma, existe liderazgo cuando los administradores *asumen el control*. Además, todos los procesos incorporados hasta ahora funcionan en forma de retroacción negativa; en efecto, a medida que los administradores se mueven:

- alrededor del circuito racional, su actividad de control mantiene a la organización dentro de una trayectoria planificada;
- alrededor del circuito cultural y cognoscitivo, sin cambiar su cosmovisión, siguen respondiendo de maneras predecibles a partir de la conducta que observaron en el pasado;
- alrededor del circuito político, sin amenazar los intereses creados porque todos comparten la misma cultura, hacen que la organización mantenga el rumbo hacia la realización de una visión a largo plazo.
- Después de una crisis, las organizaciones tienden a volver a formas de comportamiento estables, conservadoras o de equilibrio hasta que sobreviene el próximo trastorno.

Indudablemente, en una organización hay muchas más cosas que estos circuitos de retroacción negativos y estabilizadores. Analizaremos ahora modelos que consideran la retroacción positiva o amplificadora.

### **Retroacción positiva: descubrimiento, elección y acción**

Como vimos en la sección II, la retroacción positiva es lo opuesto a la retroacción negativa. En lugar de realimentar el sistema con la discrepancia entre un resultado y la intención que lo precedió, para cerrar la brecha entre ambos, la retroacción positiva

ensancha progresivamente esa brecha. No compensa las desviaciones, sino que las refuerza; en consecuencia, es amplificadora y desestabilizadora. En la actualidad, un número cada vez mayor de especialistas en administración están advirtiendo que el conflicto, los dilemas y las tensiones desempeñan un rol creativo (Peters, 1987; Hampden-Turner, 1990; Pascale, 1990; Odiorne, 1991; Stacey, 1991 y 1992; Zimmerman y Hurst, 1992).

En la práctica, la retroacción positiva está muy difundida en las organizaciones y conduce a un cambio que se refuerza a sí mismo. En el centro del diagrama de la figura 9 vemos que los administradores se mueven describiendo un circuito de retroacción racional. Sus descubrimientos acerca del mundo en el que operan y su manera de elegir y actuar se rigen por un modelo mental o paradigma que todos comparten. Así, ponen en práctica lo que Argyris y Schön (1978) denominaron aprendizaje de circuito simple (véase sección II, p. 26). Aprenden de las consecuencias de su conducta y de acuerdo con esto, hacen los ajustes necesarios en ella, pero no cuestionan el marco de referencia en el que se lleva a cabo. Este aprendizaje de circuito simple es un proceso de retroacción negativa que conduce a un comportamiento más estable.

Sin embargo, a medida que la incertidumbre y la ambigüedad aumentan, se va haciendo cada vez más ineficaz y peligroso conservar un modelo mental formulado y compartido en condiciones que ya no son las mismas. Lo que hace falta entonces es un aprendizaje de circuito doble, que permite cuestionarlo y modificarlo. Este tipo de aprendizaje tiene un aspecto destructivo porque trastorna las antiguas formas de percepción, ya obsoletas, pero también posee un aspecto creativo en la medida en que conduce a un nuevo mapa o paradigma mental.

El cuestionamiento de las creencias fundamentales compartidas pone en peligro los intereses creados, por lo cual el conflicto es inevitable. Cuando una crisis ocasiona una pugna acerca de las metas, o de los medios para alcanzarlas, se producen tensiones. A veces, una crisis puede amenazar la supervivencia misma de una organización. Sus causas pueden ser diversas: cambios con respecto a la propiedad, transformaciones macroeconómicas, nuevos acuerdos comerciales, etcétera. En épocas de confusión, la administración puede tornarse incoherente e incapaz de hacer frente a lo que está sucediendo. Es posible que las antiguas jerarquías sean pospuestas o eliminadas y que haga falta incorporar nuevos administradores para sanear la organización. Pueden surgir equipos de trabajo o sistemas informales que reemplacen efectivamente los procedimientos formales de toma de decisiones que ya no son efectivos.

Por lo tanto, la actividad política abierta deja de ser un simple proceso de negociación o una coerción ejercida de arriba hacia abajo para seleccionar acciones experimentales particulares y se convierte esencialmente en una actividad desestabilizadora. Los que proponen perspectivas, creencias y modelos mentales nuevos tratan de organizar coaliciones que sustenten las transformaciones fundamentales, y esto incluye a veces

cambios en el liderazgo. Como los individuos utilizan esta actividad política para amplificar los nuevos cambios y perspectivas de modo que abarquen la organización entera, asume la forma de una retroacción positiva. Esto puede dar resultados no intencionales e inesperados.

### **Rutinas en defensa de la organización**

Cuando los miembros de una organización experimentan incertidumbre, ambigüedad, se cuestionan las creencias fundamentales, enfrentan resultados imprevistos o se ven inmersos en el conflicto o la contradicción, también sienten ansiedad, desconcierto y temor al fracaso. Argyris (1990) demostró que esto conduce a un comportamiento político encubierto, a defensas organizativas, ocultamientos y jugadas tácticas cuya forma más usual y difundida es decir una cosa y hacer otra. Esto abre, entre las acciones declaradas y las efectivamente realizadas, una brecha que se torna indiscutible, y su propia indiscutibilidad se hace indiscutible. Es posible que el efecto de todo esto sea proteger a la gente de la necesidad de examinar y cuestionar sus modelos mentales y así evitar un aprendizaje de circuito doble. Si esto es lo que ocurre, la conducta política encubierta sirve al sostenimiento del *statu quo* de la misma manera que la retroacción negativa. Por otra parte, las jugadas tácticas pueden originar círculos viciosos, reacciones en cadena y actitudes de adhesión a las políticas aceptadas, todos los cuales son formas de retroacción desestabilizadoras que, a su vez, provocan el cuestionamiento de las creencias fundamentales y el aprendizaje de circuito doble.

### **Procesos grupales inconscientes**

La ansiedad y el temor a fracasar dentro de la organización, consecuencias inevitables de un alto grado de incertidumbre y ambigüedad, pueden tener efectos más profundos que las simples conductas defensivas. Bion (1961) ha demostrado que cuando los miembros de un grupo experimentan ansiedad, muestran una fuerte tendencia a regresar a las formas de conducta que tenían en la infancia. Esto es una defensa contra la ansiedad. Bion plantea que las personas que trabajan en grupo lo hacen en un clima emocional. Según esto, una junta directiva es un grupo de trabajo sofisticado que funciona teniendo como trasfondo cierto clima emocional en el cual los directores aceptan la autoridad del presidente (pero ésta no es incuestionable). Sin embargo, si surge la ansiedad, el clima emocional pasa a primer plano y se apodera del grupo. Esto puede bloquear la capacidad para trabajar de manera efectiva. Por ejemplo, los miembros de la junta podrían experimentar tal grado de ansiedad que dejarían de pensar por sí mismos y harían simplemente lo que quisiera el presidente.

Bion denomina este comportamiento “conducta basada sobre supuestos”. Otros ejemplos de supuestos básicos son el “combate/fuga” y el “pareo”. En este último, los miembros de

una organización esperan que dos de ellos sean los que den las respuestas. Otras obras acerca del funcionamiento de las organizaciones, de orientación psicoanalítica, apuntan a las defensas inconscientes que las personas despliegan para protegerse de las ansiedades provocadas por el trabajo (Anzieu, 1984; Hirschhorn, 1990); Estas defensas pueden asumir la forma de conductas rituales (Jacques, 1955; Menzies, 1975) o de fantasías en las cuales la organización aparece como todopoderosa y perfecta (Schwartz, 1990).

Las fantasías grupales inconscientes y la conducta basada sobre supuestos pueden funcionar como una retroacción negativa destinada a preservar el *statu quo*. Por ejemplo, se puede tener la fantasía narcisista de que la organización a la que uno pertenece no puede cometer errores. O bien, la conducta basada sobre supuestos puede tomar la forma de un “combate”, con efectos amplificadores y desestabilizadores. El punto clave es que estas fantasías inconscientes y estos supuestos básicos son inamovibles en las organizaciones y afectan en forma directa el modo como las personas descubren lo que está ocurriendo y también la manera como eligen un curso de acción. Son las que, en última instancia, determinan cómo actúa la gente. A menudo, las acciones que se realizan en las organizaciones pueden no ser del tipo “racional” que implícitamente se da por sentado en las obras sobre planificación. Con idéntico razonamiento, lo mismo puede decirse de los gobiernos. Las políticas gubernamentales pueden estar lejos de ser “racionales”, en el sentido de estar basadas en algún tipo de evaluación objetiva de las alternativas. En realidad, si se consideran las tensiones de la vida política, es muy posible que la toma de decisiones en el nivel gubernamental esté sujeta a fantasías grupales y a una conducta basada sobre supuestos.

### **Integración de los modelos de retroacción negativa y positiva**

En la figura 10 se han agregado los circuitos de retroacción positiva que analizamos hasta ahora para presentar un modelo integrado de la estrategia o del proceso de toma de decisiones políticas. El punto clave del argumento consiste en que cuando los administradores actúan en condiciones cercanas a la certeza -esto normalmente significa que realizan las actividades cotidianas repetitivas de los negocios en curso-, es muy probable que lo hagan con un modelo mental compartido. Esto hace que se sientan seguros y no teman el fracaso. En consecuencia, el circuito racional representado en el centro de la figura 10 domina el proceso en su conjunto.

Figura 10. Auto-organización.

1 Supuestos básicos

2 Ansiedad

- 3 Circuito del proceso inconsciente
- 4 Temor al fracaso
- 5 Contradicciones y conflicto
- 6 Circuito cultural y cognoscitivo
- 7 Circuito de la política encubierta
- 8 Defensas organizativas
- 9 Modelo mental compartido
- 10 **ACTUAR**  
Implementar una opción
- 11 **DESCUBRIR**  
Analizar los hechos
- 12 Circuito racional
- 13 Evaluar y seleccionar opciones  
**ELEGIR**
- 14 Circuito de la política abierta
- 15 Coaliciones y liderazgo
- 16 Intereses creados
- 17 Consecuencias y cambios en el medio

Sin embargo, cuando intentan innovar, hacer algo creativo, cuestionan y transforman los modelos mentales existentes. Por eso, en la creatividad y la innovación hay algo inherentemente destructivo. La consecuencia ineludible es un aumento de la ambigüedad, la incertidumbre, la confusión, el conflicto, el temor al fracaso y la ansiedad. También es inevitable que entonces los circuitos político, cognoscitivo e inconsciente operen en forma amplificadora, como ya lo hemos visto. Mientras esto ocurre, en otros aspectos -la organización de los asuntos de cada día- los administradores siguen moviéndose en el circuito racional, con su efecto de retroacción negativa.

Por lo tanto, en una organización cambiante, innovadora y creativa ambos procesos de retroacción, positiva y negativa, operan forzosamente en forma simultánea. Así, la

dinámica del comportamiento de una organización, desde el punto de vista de los patrones de cambio, el grado de estabilidad e inestabilidad o de regularidad e irregularidad, es compleja. Surge de las retroacciones amplificadoras y moderadoras que ocurren al mismo tiempo. Estas complejidades son las que preocupan a los científicos que estudian el caos.

## **Administración ordinaria y extraordinaria**

Un grupo de administradores, en un momento cualquiera, actúa con un “paradigma” o modelo mental compartido. Para ellos ese paradigma está incorporado en una estructura jerárquica particular, un conjunto dado de roles, un estilo de liderazgo, una valoración de las remuneraciones y otros sistemas formales, misiones, una cultura, una ideología y una filosofía empresarial (o política, si se trata de miembros del gobierno). Ese paradigma es el resultado de una experiencia y un aprendizaje previos y dicta, más o menos, los objetivos y las estrategias de los miembros de la organización. La tarea de éstos es resolver el problema de cómo llevar a la práctica la estrategia y alcanzar los objetivos. Puede decirse que en esto consiste la *administración ordinaria*, en la cual los administradores se mueven en torno a un circuito de resolución de problemas (representado a la derecha de la figura 11) utilizando para ello el circuito racional representado en el centro de la figura 10. Los otros circuitos permanecen mayormente inactivos porque los administradores actúan con la certeza que les brinda el paradigma compartido.

Figura 11. Administración ordinaria y extraordinaria.

- 1 Anomalías
- 2 Resolución de problemas y enigmas
- 3 Síntesis: El paradigma
  - Estructura jerárquica
  - Roles
  - Liderazgo
  - Sistemas de control
  - Persuasión ideológica
  - Reclutamiento cultural
  - Establecimiento de misiones
- 4 **Administración ordinaria**
- 5 Objetivos y estrategias
- 6 Presión para llegar a una síntesis

## 7 Administración extraordinaria

8 Tesis

9 Antítesis

10 Paradoja, contradicción y conflicto

Pero es inevitable que a medida que se ocupan de la administración ordinaria, resolviendo los problemas sobre la base del paradigma que todos comparten, vayan descubriendo anomalías, disparidades entre lo que sucede y lo que ellos esperan. Todos los paradigmas y todos los modelos mentales compartidos no son otra cosa que representaciones parciales de la realidad. Las anomalías se van intensificando hasta tal punto que los administradores empiezan a cuestionar el modelo, y cuando eso ocurre, se aventuran a emprender lo que se denomina *administración extraordinaria*, que se muestra a la izquierda de la figura 11. El punto clave es que en el proceso de administración extraordinaria no se puede utilizar el circuito racional, porque el discurso racional presupone un paradigma compartido que es precisamente lo que la administración extraordinaria está destruyendo. Los circuitos que se activan en este caso son los políticos, abierto y encubierto, el aprendizaje de circuito doble y el del proceso inconsciente.

Los diferentes procesos necesarios para la práctica de la administración ordinaria y extraordinaria indican cuáles son los instrumentos que se deben usar. Las estructuras y sistemas de la organización formal permiten ejercer los procesos racionales, compartidos culturalmente. No ocurre lo mismo cuando se emprende una administración extraordinaria, ya que los procesos que requiere no tienen cabida en una organización formal. Una organización cambiante es aquella que opera de un modo que conduce a un proceso contencioso, de continuo desarrollo y de abordaje de temas que varían permanentemente.

Por eso, en las empresas el proceso estratégico es dinámico y evolutivo. No es, como se sugiere algunas veces, un propósito estratégico que se mantiene constante durante muchos períodos. En las organizaciones, la auto-organización consiste en la formación espontánea de grupos con intereses comunes y coaliciones en torno a problemas específicos. Los individuos promueven un tema y, si se logra el consenso necesario, la organización emprende una nueva estrategia (cf. Nohria y Eccles, 1993). Pero ese consenso desaparece cuando surge otro tema, y en ese sentido las organizaciones son estructuras disipadoras.

La teoría del caos nos sitúa ante la naturaleza fundamentalmente paradójica de la administración, a saber, que los administradores deben utilizar el circuito racional en el marco de un paradigma compartido para poder actuar con eficiencia en condiciones

cercanas a la certeza. Pero también les resulta inevitable recurrir a otros procesos que generen inestabilidad y destruyen los modelos mentales compartidos, lo cual es vital para el proceso de cambio. Queremos hacer hincapié sobre la índole esencialmente desordenada y contingente del cambio de dirección estratégico y de la transformación organizativa que se produce informalmente dentro de un sistema más ordenado, jerarquizado y planificado para tratar los asuntos cotidianos.

### **Las consecuencias con respecto a la toma de decisiones y al cambio organizativo**

Para resumir nuestra argumentación, digamos que una organización, como cualquier otro sistema de retroacción no lineal, puede regirse por procesos de retroacción negativa que la mantienen adaptada a su medio *actual*. Esto resulta en patrones de comportamiento regulares y ordenados. En los sistemas humanos, la clave de esta regularidad es un paradigma mental común. Esta cosmovisión compartida sustenta los sentimientos de seguridad y pone límites a los procesos de retroacción positiva que, de manera inevitable, provocan inestabilidad. No obstante, si se sigue manteniendo este modelo mental compartido, toda innovación se hace imposible y la organización sólo puede continuar sobre la base de la estructura existente. En un medio competitivo, esta atracción a un “punto estable” conduce al fracaso, y en la actualidad hay considerables evidencias de esto (Miller, 1990; Pascale, 1990; Handy, 1994). Los medios competitivos, por su propia naturaleza, están en un proceso de cambio incesante.

No obstante, tal como otros sistemas de retroacción no lineal, las organizaciones pueden estar gobernadas de manera predominante por retroacciones positivas. Éstas asumen la forma de una actividad política destructiva (abierta o encubierta), de mecanismos de defensa, jugadas tácticas y procesos y formas de liderazgo inconscientes con gran carga neurótica. Si esos procesos de retroacción positiva predominan, la organización tiende a desintegrarse y termina por fracasar (Miller y de Vries, 1987).

De lo dicho se desprende que la condición necesaria para la supervivencia y el progreso de una organización es que se rija por una combinación de procesos de retroacción negativa y positiva. En la práctica, esto es posible por los diversos roles que desempeñan los sistemas formales e informales en una organización. Cuando son eficaces, los sistemas y estructuras formales rigen la rutina de cada día utilizando la retroacción negativa, con lo cual permiten a la organización desempeñar eficientemente sus actividades normales en forma regular, predecible, planificada y estable. Pero al mismo tiempo, en una organización efectiva las personas actúan dentro de un sistema informal o descentralizado, rico en conexiones, que las contiene dentro de los límites marcados por la organización.

La retroacción positiva opera en este sistema informal. Las actividades amplificadoras del aprendizaje de circuito doble, de las jugadas tácticas encubiertas y de los procesos

inconscientes hacen que la gente aprenda de manera constructiva. *El modelo de comportamiento producido por esta combinación de procesos de retroacción negativa y positiva tiene todos los rasgos distintivos del caos científico.* El desarrollo específico impredecible se produce de acuerdo con pautas reconocibles, aunque irregulares. Hay una mezcla de inestabilidad dentro de la estabilidad, una inestabilidad limitada.

Heos aquí, entonces, ante uno de los aportes principales que la teoría del caos hace a las organizaciones. En la mayor parte de la bibliografía acerca de la administración, el concepto de que hay que “dirigir el cambio” se basa en la idea de que la estabilidad es algo deseable. Se considera que el problema central dentro de una organización consiste en determinar el modo de pasar de un estado de estabilidad a otro cuando el medio circundante cambia. La idea de que se puede dirigir el cambio parte de la base de que hay un punto final predecible, al cual debe dirigirse la organización para retornar a su estado “normal” o “de equilibrio”. La teoría del caos nos muestra las limitaciones de esa idea. Si deseamos que una organización sea innovadora, debemos aceptar el hecho de que el cambio es incesante. Los resultados son inherentemente impredecibles, por lo cual la estabilidad es apenas una fase temporaria, coyuntural. En vista de esto, no se pueden planificar cambios innovadores. Lo que hay que hacer es crear y alentar dentro de la organización las condiciones para que el cambio sea posible, para que la organización llegue a ser “cambiante”. Las empresas (y también los gobiernos) deben estar capacitadas para recibir la influencia de los cambios constantes y adaptarse a ellos.

*Las políticas y las estructuras deben dar lugar al florecimiento de la “tensión creativa”*

Veamos qué significa esto desde el punto de vista del cambio y la adaptación dentro de una organización.

- En las organizaciones, la creatividad tiene un aspecto esencialmente destructivo. Sin destrucción (y sin la ansiedad y el trastorno que conlleva) no hay creación. Cuando las personas comparten la misma cultura o los mismos valores, la destructividad no puede emerger. Así se da la paradoja de que, por un lado, para conducir eficientemente los negocios día a día se requiere que las personas estén insertas en el mismo marco cultural y sustenten idénticos valores, y por el otro, la creatividad necesita el constante cuestionamiento de la cultura y los valores. *Las políticas o las estructuras y sistemas empresariales que no permiten emerger y prosperar las diferencias entre las personas, que evitan la tensión creativa, bloquean toda adaptabilidad y toda innovación.*
- En la bibliografía acerca de la administración en las empresas y en los gobiernos, a menudo el cambio es dirigido de arriba hacia abajo. Pero, ¿cómo perciben los directivos de una empresa o los funcionarios gubernamentales la necesidad del cambio, o cómo llevarlo a cabo? (Doz y Prahalad, 1991, p. 151). Sostenemos que *la creatividad surge espontáneamente* a partir de los procesos auto-organizados, políticos y de aprendizaje de quienes integran las organizaciones (véase también

Howard [comp.], 1993). El desarrollo de la creatividad requiere una inestabilidad limitada que conduce a la desaparición de los vínculos precisos entre las acciones y los resultados a largo plazo. *Esto hace que ningún individuo, o ningún grupo formal dentro de una organización, como los “planificadores de las corporaciones” o “el Tesoro”, puedan planificar o aun avizorar con éxito el futuro a largo plazo, excepto de una manera muy general.*

- En lugar de elegir las acciones que se van a emprender sobre la base del resultado a largo plazo, la organización debería adoptar cursos de acción que mantuvieran abiertas las posibilidades de opción, en vez de cerrarlas. *Esto implica que tanto en las empresas como en los gobiernos habría que implementar una forma de organización descentralizada o fractal que estimulase la generación de información y la adaptabilidad* (Perry, Stott y Smallwood, 1993).
- Los administradores no deberían planificar estrategias sino plantar las semillas de la innovación lanzando desafíos, sustentando las ambigüedades y creando las condiciones que hacen posible la auto-organización espontánea. Es preciso que los empresarios y los políticos entiendan la conducta emergente y confíen en ella. Hacen falta organizaciones que se renueven, que no dejen de cuestionarse y estén abiertas a toda información nueva (Pascale, 1990). *La información desestabilizadora promueve la innovación y el cambio, y no debe ser distorsionada o filtrada por las burocracias o los intereses creados dentro de las organizaciones.*

## **La organización descentralizada y el rol de los mercados**

En los últimos años, el aumento de la competencia ha impulsado a las organizaciones a revisar sus procesos y sus métodos de trabajo. En los programas destinados a lograr “una administración empresarial de absoluta calidad”, lo esencial es el progreso. Las empresas comparan sus procesos y sus rendimientos con los de otras compañías, “marcan hitos”.

Desde la década de 1970 se han venido implementando programas de “cambio cultural” en las empresas. En un *best-seller* (Hammer y Champy, 1993) acerca de la administración se propugna la idea de un “nuevo manejo” de todo el proceso empresarial. Estas reformas se basan en el supuesto de que es posible identificar los factores que determinan el rendimiento de una organización y de que se puede influir sobre ellos de manera deliberada.<sup>5</sup> Parecen descartar la idea de que en la práctica no es posible saber con certeza qué método de trabajo resultará óptimo para un medio competitivo *en el futuro*.

---

<sup>5</sup> En su libro acerca del “nuevo manejo” de las empresas, Hammer y Champy se preocupan por los *procesos* a través de los cuales éstas funcionan, lo cual es correcto. Los autores tienen conciencia de la necesidad de procesos que permitan la adaptación y el cambio. En este sentido, su enfoque y el nuestro se complementan, pero aparentemente no quieren abandonar la idea de que existe, de algún modo, un proceso óptimo pasible de ser diseñado o planificado. En consecuencia, su enfoque conserva cierta relación con la tradición racional de la planificación estratégica, que nosotros rechazamos. Por ejemplo, escriben: “Edificar una estrategia acerca de lo que se puede comprar [tecnología]

La única respuesta sensible al cambio inexorable en la economía mundial es la adaptación forzosa y el perfeccionamiento de la organización, y no las purgas periódicas entre los miembros de la administración (Peters, 1987). A medida que la economía se torna más global, los medios económicos se van haciendo cada vez más competitivos para la mayoría de las organizaciones, y las presiones aumentan a causa de los cambios tecnológicos, que se producen con creciente rapidez, y de las mayores demandas de los consumidores. La teoría del caos pone el énfasis sobre el cambio discontinuo y la auto-organización, sobre la destrucción creativa y la renovación, y sobre el hecho de que los resultados son inherentemente impredecibles.

Desde el punto de vista de la estrategia empresarial y gubernamental, esto implica la necesidad de proyectar procesos organizativos que puedan generar *constantemente* innovaciones y adaptabilidad, lo que significa que en lugar de centrar la atención en los fines o en los resultados, como lo indica el enfoque tradicional o “racional”, hay que poner el acento en los medios o en los procesos. Tanto en las empresas como en los gobiernos, las estructuras y los procesos deberían atender preferentemente a la eliminación de todas las restricciones que limitan la adaptabilidad. Va de suyo que para poder operar en mercados competitivos las empresas comerciales deben innovar de manera constante, porque de lo contrario no pueden sobrevivir. En el caso de organizaciones que no están sometidas normalmente a las fuerzas competitivas que rigen el mercado, como las instituciones sin fines de lucro, los organismos gubernamentales y las iglesias, el problema es mayor.

No es posible suprimir la “incognoscibilidad”. De ello se deduce que cuando una organización opera en el límite entre la estabilidad y la inestabilidad, como debe hacerlo para poder ser innovadora, es muy posible que los procesos de toma de decisiones que entrañan alguna forma de previsión o algún supuesto acerca de un estado futuro sean ineficaces. En consecuencia, no se puede planificar el futuro a largo plazo en ningún sentido formal, sea para las empresas o para los gobiernos, aunque sí se deben “planear” las actividades diarias repetitivas de ambos tipos de organizaciones (en el caso de una economía, en lo que respecta al gasto público, la política monetaria, etcétera). Puesto que deben llegar a ser esencialmente cambiantes, el interés debe centrarse en la creatividad y el espíritu empresarial, así como también en los aspectos burocráticos y en los métodos de planificación a corto plazo. En la administración de las empresas y de las economías se da la paradoja de que uno de los enfoques está necesariamente en conflicto con el otro.

---

en el mercado hoy en día significa que una compañía siempre tiene que estar tratando de alcanzar a los competidores que ya se le han anticipado. Esos competidores saben lo que *van* a hacer con la tecnología *antes* de que ésta esté disponible, de manera que están listos para desarrollarla cuando está disponible” (la cursiva es de los autores). La idea de que una firma sabe cómo va a utilizar una tecnología que aún no ha aparecido es evidentemente absurda, pero nuestra crítica a su enfoque va aun más lejos, porque sostenemos que una empresa no puede saber al principio lo que va a hacer *finalmente* con una tecnología *existente*. Por ejemplo, el potencial de la tecnología de la comunicación por cable para las informaciones y las comunicaciones de todo tipo apenas está empezando a surgir muy lentamente.

### *Las soluciones que se necesitan deben ser innovadoras, no preceptivas*

Es preciso que los administradores y los políticos encuentren soluciones innovadoras a los problemas casi siempre complejos y mal comprendidos, y actúen permanentemente en un mundo caótico, donde existe un alto grado de incertidumbre. Las soluciones no deben ser preceptivas ni generales. En realidad, algunas prescripciones específicas tales como “Diez formas de lograr un éxito seguro” conducirán a un casi seguro fracaso, porque los administradores se verán aprisionados por métodos y mapas mentales que, si bien pueden ser adecuados en el momento presente, resultarán muy inapropiados en el futuro (Miller, 1990). Los administradores deben examinar una y otra vez sus organizaciones, el paradigma y la cultura que determinan sus acciones y también el modo como piensan y actúan. Es necesario que den un giro de ciento ochenta grados en su forma de pensar, a la manera de las bifurcaciones que se producen en la naturaleza (cf. Morgan, 1993). Este proceso está muy lejos de ser mecanicista. Requiere considerable agilidad mental, acompañada de flexibilidad organizativa, un medio que estimule la generación y difusión de la información con respecto a las oportunidades y a los costos de los procedimientos.

La teoría del caos pone de relieve la necesidad de crear la información en lugar de procesarla, y en este sentido proporciona un poderoso argumento a la empresa. Las condiciones de desequilibrio sólo pueden sostenerse si existe un continuo aporte de energía hacia el sistema, y esto puede aplicarse especialmente a los sistemas que se encuentran lejos de una situación de equilibrio, como lo indican las investigaciones recientes. Las organizaciones deben promover en forma permanente la tensión constructiva, que se logra mediante el continuo cuestionamiento del *statu quo*, ya que ésta es la única manera de combatir a la burocracia embrutecedora. En las economías de mercado, el esfuerzo empresarial aporta un flujo vital de energía a través de nuevos productos y procesos, los cuales crean una retroacción positiva que conduce al cambio espontáneo. El medio que utilizan para corregir su rumbo y adaptarse no es ni más ni menos que la creatividad y el espíritu innovador de las empresas. Ése es el motor que hace funcionar la economía de mercado y da origen al futuro. En la sección IV (p. 88) nos referiremos más extensamente al tema de la empresa, al analizar la naturaleza complementaria de la economía austríaca y la teoría del caos.

La interacción creativa con el medio a través del mercado realza el aspecto auto-renovador de las organizaciones. Por ejemplo, un modo de poner a prueba a la burocracia y a los procesos establecidos es someter a la organización a las presiones que ejerce un mercado competitivo mediante la incorporación de los nuevos productos y métodos de producción generados por las empresas. En las organizaciones que están protegidas de la competencia, el cambio y la adaptación son mucho más difíciles, porque se evitan las presiones que conducen a ellos.

### *Las organizaciones del sector público son más resistentes al cambio*

Cuando la competencia es limitada, como ocurre a menudo en el sector público, las organizaciones son más resistentes al cambio y, por ende, más estáticas, más conservadoras y más tendientes a mantener una situación estable o de equilibrio. Esta estabilidad se apoya en normas y reglamentaciones, y en sistemas y métodos de trabajo tradicionales. En otras palabras, en el sector público los procesos de retroacción negativa predominan por sobre los de retroacción positiva. La forma de aprendizaje prevaleciente es el circuito simple. Los métodos de trabajo y, en general, la forma como se hacen las cosas casi no se cuestionan. Cuando aumentan las presiones laborales, se piden más recursos para seguir manteniendo los mismos niveles de trabajo, y para hacerlo de la misma manera. Una vía posible para salir de los modelos mentales establecidos es exponer a esas organizaciones a la competencia; si bien no es seguro que esto dé resultado, por lo menos sí lo es que las que sean incapaces de adaptarse fracasarán y serán reemplazadas por otras más eficientes.

En los últimos años se implementaron en el sector público medidas tales como la privatización y la desregulación con el fin de hacerlo más dúctil y flexible. La privatización somete a las organizaciones a la disciplina que imponen los mercados de capital y de productos. Cuando esto no se consideró factible, se utilizó el recurso de la licitación para alcanzar el derecho de convertirse en proveedor monopólico (Parker, 1994). Pero sin embargo, en condiciones de competencia limitada, las presiones en procura del cambio a largo plazo deben ser constantes. Como todas las organizaciones son estructuras disipadoras, si no se les aporta nueva “energía” retornarán a un estado de equilibrio estático.

En el sector privado, la necesidad de aumentar la productividad y la flexibilidad y de controlar más los costos está produciendo cambios fundamentales en la organización de las empresas y en los patrones de empleo. Sólo en los últimos cinco años se reestructuró más del noventa por ciento de las organizaciones más grandes del Reino Unido, y muchas de ellas proyectan volver a reestructurarse en el futuro inmediato (*Professional Manager*, noviembre de 1993, p. 5). En las organizaciones que operan en mercados competitivos se estimula la adaptación mediante un aporte efectivo y continuo de información actualizada acerca de las necesidades de los consumidores y los costos de los recursos. Esto, que es perjudicial para las modalidades administrativas burocráticas y ordenadas jerárquicamente, favorece el uso de precios internos y estructuras empresariales descentralizadas (cf. Halal, 1986; Dumaine, 1991; Halal, Geranmayeh y Proudehnad, 1993), lo que Gable y Ellig (1993) denominaron “administración basada en el mercado”. Se explica así el hecho de que las formas preferidas de reorganización de las antiguas estructuras acarrearán la eliminación de gran número de estratos empresariales intermedios e introdujeran unidades separadas, tales como centros de costos y beneficios. Para poder sobrevivir, las organizaciones deben tener la capacidad de adaptarse al ritmo cada vez más acelerado de los cambios en la economía internacional. En el pasado, se resistían a los altos grados de descentralización debido a las dificultades para controlar las

finanzas agregadas. En la actualidad, los avances en la tecnología de la información permiten el control financiero centralizado de gran número de unidades independientes, con lo cual el problema se ha resuelto en gran medida.

### *¿La era de la auto-organización?*

En un sentido real, estamos dejando atrás la era de las organizaciones planificadas y entrando en otra en la que se reconoce la necesidad de efectuar procesos de auto-organización. En las empresas funcionan sistemas informales y otras modalidades similares de grupos de trabajo en equipo que permiten examinar y poner en tela de juicio las premisas aceptadas acerca de los métodos de trabajo. Por ejemplo, ya hace tiempo se ha reconocido que en la industria japonesa las mejoras en los procesos productivos no dependen simplemente de la administración formal de las fábricas sino de los obreros que trabajan en la línea de montaje (Nonaka, 1993). No obstante, el caos es un estado paradójico en el cual hay a la vez estabilidad e inestabilidad. Esto se refleja en la necesidad de que haya jerarquías y sistemas de planificación para realizar eficientemente las actividades rutinarias y, *al mismo tiempo*, existan sistemas flexibles, informales y desestabilizadores para promover el cambio.

Ronald Coase, en 1937, sugirió que las firmas comerciales existen para reducir los costos de transacción: en los intercambios que se llevan a cabo en el mercado, los costos emergentes de la búsqueda de proveedores y clientes, de los acuerdos contractuales y del control de los gastos que surgen de garantizar la calidad en las entregas y el cumplimiento de los convenios. Pero a la vez, hoy se admite que la organización de la actividad económica interna de las empresas entraña costos paralelos (Williamson y Winter [comps.], 1991) en lo que respecta a la administración de los recursos para evitar el despilfarro y la negligencia, así como la amenaza de una creciente burocracia.

Para reducir estos costos la administración debe, fundamentalmente, instituir sistemas que faciliten la adaptación y la economía. Por eso, tal vez no debamos sorprendernos de que en el sector privado las funciones periféricas sean desempeñadas cada vez con mayor frecuencia por personal “de afuera”. Así ocurre con la fijación de precios internos (Lacity y Hirshheim, 1993). Los mercados internos pueden ayudar a la desburocratización de la empresa, al proporcionar a los proveedores y clientes internos la información y los incentivos necesarios para tomar decisiones provechosas, a la vez que se reducen los gastos generales (Ellig, 1993, p. 25).

La empresa basada en el mercado está descentralizada y se apoya en la constante generación de información relacionada con los costos de los recursos y las demandas de los consumidores, tal como lo hace una economía de mercado. La obtención de ganancias es un importante indicador del desempeño de las diferentes divisiones. Las actividades poco lucrativas pueden ser identificadas y eliminadas. Se reducen a su mínima expresión las jerarquías y las rígidas cadenas de mandos. Las unidades que constituyen la empresa

se vinculan entre sí a través de los precios, en lugar de hacerlo por órdenes dictadas desde arriba (Cowen y Ellig, 1993). Los equipos de trabajo se forman y se disuelven de acuerdo con las necesidades, lo cual contribuye a la administración extraordinaria que es la clave del cambio estratégico.

Para resumir lo dicho, en estas firmas las estructuras y los procesos dentro de la organización ponen el acento en el descubrimiento, la difusión y la integración de la información en el seno de la empresa. No es necesario que el cambio sea impuesto desde afuera a través de alguna “transformación cultural” o un programa de “reconstrucción”; la tensión que genera una adaptación y un aprendizaje permanentes se desarrolla dentro de la estructura de la organización, y ésta se hace cada vez más fractal a medida que los incentivos a la adaptación van formando parte de ella.

Las únicas empresas que pueden enfrentar el desafío de un futuro incognoscible son aquellas que se adaptan, sobre la base de un aprendizaje “de tiempo real” y de una rápida reacción al cambio de las circunstancias, es decir, las que son inherentemente flexibles. Estas empresas pueden operar con éxito en una combinación de administración ordinaria y extraordinaria. En otras palabras, actúan en condiciones de inestabilidad limitada, como lo hacen los sistemas creativos en la naturaleza. El mismo razonamiento es aplicable al estudio de las economías exitosas.

#### **IV. La economía compleja en proceso de evolución**

“Lo que determinó la ruina de la economía política fue el hecho de que sus teóricos se sintieron rápidamente en posesión de un sistema completo y simétrico capaz de resolver con certeza y exactitud matemáticas todos los problemas planteados antes de su advenimiento. La sola tentativa demuestra un profundo desconocimiento acerca de la naturaleza de esos problemas y de los medios disponibles para solucionarlos.”

T. E. C. Leslie, 1879, p. 241.

Las relaciones económicas están encarnadas en circuitos de retroacción. Las decisiones de los agentes económicos (sean éstos empresas, familias o gobiernos) afectan al medio económico, que a su vez influye sobre las decisiones económicas ulteriores. El razonamiento económico parte de la base de que en la economía las retroacciones son principalmente negativas y pueden expresarse mediante ecuaciones lineales. En consecuencia, los mercados se mueven fluida y rápidamente hacia el equilibrio, y permanecen en este estado hasta que surge otro cambio. Sin embargo, en realidad las

retroacciones económicas pueden ser positivas y no lineales, y conducir a una considerable inestabilidad.

## **Caos y economía**

La primera pregunta a la que hay que responder al evaluar la importancia de la teoría del caos en el estudio de la economía es si las relaciones económicas producen, en la práctica, un comportamiento caótico. No es sencillo contestar a esto, debido a la dificultad que supone desmenuzar los sucesos no aleatorios en los datos económicos para extraer de ellos sucesos aleatorios. Las economías están en permanente proceso de cambio, y es difícil identificar cuáles de esos cambios se determinan dentro del sistema (“endógenos”) y cuáles son consecuencia de shocks externos estocásticos o fortuitos (“exógenos”). En una serie temporal sometida a una dinámica caótica resulta muy fácil atribuir los movimientos al cambio estructural del modelo económico, cuando en realidad no hay cambio alguno, o a perturbaciones casuales, lo cual es igualmente erróneo.

La investigación ha sido llevada a cabo en dos amplios niveles. Si bien en este trabajo no podemos analizar en detalle sus resultados, consideramos útil referirnos a ellos brevemente (pueden obtenerse más pormenores en Baumol y Benhabib, 1989, y Boldrin y Woodford, 1990). Los temas investigados son el desarrollo de modelos teóricos que muestren que el caos puede emerger en las relaciones económicas, y la búsqueda del caos en datos provenientes de una serie temporal.

En el nivel teórico, los estudios pusieron de manifiesto que el caos puede sobrevenir cuando se dan las condiciones adecuadas de retrasos y falta de linealidad, y en estas condiciones puede surgir en muchas áreas de la vida económica, entre ellas la producción y oferta de dinero, los ciclos de inventarios, la toma de decisiones estratégicas en las empresas, los ciclos económicos y los modelos de desarrollo, la innovación tecnológica, la competencia duopólica, el aumento de la productividad y los gastos en investigación, desarrollo y publicidad.<sup>6</sup> Day (1983) utiliza un modelo malthusiano de la economía en el cual el índice de crecimiento de la población se determina por el nivel de producción total, y éste a su vez depende de la magnitud de la fuerza de trabajo. Day demuestra que la consecuencia del circuito de retroacción puede ser tanto un movimiento cíclico como el caos. En realidad, hace notar que Thomas Malthus debe de haber sido uno de los primeros

---

<sup>6</sup> Con más detalle, los estudios teóricos son los siguientes: agregados monetarios (Cunningham, 1990); ciclos de inventarios (Medio, 1991); toma de decisiones estratégicas en las empresas (Richards, 1990); tipos de cambio (Krugman, 1991; Pesaran y Samili, 1992); superposición en la generación de modelos de equilibrio en la economía (por ej., Benhabib y Day, 1980 y 1982; Grandmont, 1985 y 1986); ciclos económicos y modelos de desarrollo (Day, 1982 y 1983; Dana y Malgrange, 1984; Day y Walter, 1989); empleo (Burgess, 1993); innovaciones tecnológicas (Deneckere y Judd, 1986; Goodwin, 1986; Arthur, 1989); el modelo keynesiano (Day y Shafer, 1985); competencia duopólica (Rand, 1978); aumento de la productividad (Baumol y Wolf, 1983); gastos en investigación y desarrollo (Baumol y Benhabib, 1989); y gastos en publicidad (Baumol y Quandt, 1985).

economistas que descubrieron de manera casual la esencia de la dinámica caótica. En 1817, Malthus escribe:

Una historia fidedigna [...] probablemente demostraría la existencia de movimientos retrógrados y progresivos [...] [que] [...] deben necesariamente considerarse irregulares (Malthus, 1817, p. 91).

No faltan modelos teóricos que incluyan las condiciones que pueden conducir al caos. En cambio, la literatura empírica es mucho más limitada, sobre todo porque hacen falta grandes conjuntos de datos para reconocer la existencia del caos.<sup>7</sup> La brevedad de la mayoría de las series temporales significa que es difícil diferenciar la turbulencia caótica de los movimientos en los datos como resultado de factores estocásticos o “rumores”. Sin embargo, pese a los graves problemas concernientes a los datos, cierto número de estudios han confirmado la existencia de la condición necesaria (pero no suficiente) para el caos, a saber, una significativa falta de linealidad. Se la ha encontrado en series relacionadas con agregados monetarios, tipos de cambio exterior, empleo y producción industrial y producción de hierro en lingotes, fusiones y adquisiciones, huelgas laborales en los Estados Unidos, mercados del oro y de la plata, bolsas de valores, precios de títulos de deuda y algunos datos PBN y PBI. Estos resultados deben contrabalancearse con los que surgen de estudios que han informado resultados contradictorios o ausencia de evidencias de un caos probable. Estos resultados provienen, por ejemplo, de estudios del PBN norteamericano y de datos acerca del desempleo en Canadá.<sup>8</sup>

En algunos casos en que no se encontraron las condiciones necesarias para el caos (aunque puede haber sido a causa de las limitaciones de los datos), esto tal vez se debió a que los métodos de prueba no estaban especialmente bien desarrollados (Scheinkman, 1990; Bullard y Butler, 1993). Se los somete a una mayor exigencia cuando las influencias caóticas y estocásticas están presentes a un mismo tiempo.<sup>9</sup> Además, los movimientos caóticos pueden asociarse con una turbulencia intermitente, por lo cual el

---

<sup>7</sup> McCaffrey y col. (1992) propusieron un nuevo enfoque que puede dar cabida a modelos de tamaño más pequeño. Sin embargo, hasta ahora el método casi no se ha empleado.

<sup>8</sup> En los siguientes estudios empíricos se encuentran evidencias de una falta de linealidad que podría, tal vez, conducir al caos: agregados monetarios (Barnett y Chen, 1986); Chen, 1988; De Coster y Mitchell, 1991); tipos de cambio exterior (Park, 1991; Medio, 1992); empleo, producción industrial y producción de hierro en lingotes (Brock y Sayers, 1988; Terasvirta y Anderson, 1993); actividades de fusión y adquisición (Town, 1993); datos sobre huelgas laborales en los Estados Unidos (Sayers, 1986); mercados del oro y de la plata (Frank y Stengos, 1987 y 1989); bolsas de valores y precios de títulos de deuda (Scheinkman y LeBaron, 1989; Peters, 1991 y 1994; Cao y Tsay, 1993); y datos sobre el PBN y el PBI (Scheinkman y LeBaron, 1987; Frank, Gencay y Stengos, 1988). Entre los estudios que han informado resultados contradictorios o ausencia de evidencias de un caos probable se encuentran: datos del PBN en los Estados Unidos (Broch y Sayers, 1988); cifras del PBN en el Reino Unido, Italia y Alemania Occidental (Frank, Gencay y Stengos, 1988); y datos sobre la renta nacional y el desempleo en Canadá (Frank y Stengos, 1988b). Asimismo, Hsie (1989, 1991) atribuye la variación en los tipos de cambio y en el valor de las acciones, principalmente a factores diferentes de la dinámica caótica.

<sup>9</sup> Casi todos los modelos caóticos en economía han empleado ecuaciones diferenciales uni-dimensionales (con una sola variable, de primer orden). Pero es más probable que el caos emerja en sistemas de orden más elevado (de una dimensión superior).

hecho de que no se descubra el caos en el conjunto de una serie temporal puede estar en función del período de tiempo seleccionado, especialmente cuando se usan series de datos cortas. Asimismo, cierto número de estudios empíricos cuyos resultados fueron muy promisorios para la teoría del caos se basaron en datos financieros, en los cuales las series son más largas, y esto puede tener importancia. Como además estos datos son menos agregados que los relacionados con el PBN o el empleo, son menos propensos a contaminarse por “rumores”. En resumen, no existen evidencias concluyentes de la existencia del caos en economía. A pesar de esto, la actividad económica parece estar asociada con una significativa falta de linealidad y, por lo tanto, los comportamientos pueden ser muy complejos e impredecibles. Aun cuando los datos parecen reflejar una tendencia a largo plazo, pueden aparecer importantes fluctuaciones a corto plazo que arruinan cualquier predicción que pudiera ser útil a los fines de la política económica. Es imposible predecir el momento en que se producirán cambios en la tendencia, por lo cual no se puede confiar en que una tendencia existente habrá de continuar.

Parece ser evidente que los datos de series económicas temporales muestran movimientos complejos y a veces inesperados que difícilmente pueden explicarse desde el punto de vista de la teoría económica tradicional (véase en Baumol, 1987, un ejemplo acerca de los datos sobre la productividad del trabajo en los Estados Unidos). A continuación consideraremos las fundamentales implicancias de la teoría del caos sobre la economía, con la convicción de que estas ideas contribuirán a la comprensión del comportamiento económico. Examinaremos en primer lugar la construcción de modelos econométricos y la predicción.

### **Las implicancias para la construcción de modelos y para la predicción**

Se ha hablado mucho del modo en que las conmociones fortuitas, inherentemente impredecibles, afectan la construcción de modelos econométricos. La dinámica caótica también demuestra que no se debe depositar demasiada confianza (o ninguna en absoluto) en la predicción a partir de modelos econométricos, por la índole de los métodos estadísticos empleados y por la naturaleza esencialmente incognoscible de los futuros caóticos.

Las técnicas estadísticas más utilizadas para hacer pronósticos económicos parten del supuesto de que las desviaciones de las variables reales respecto del promedio están distribuidas normalmente. Por lo general, esta limitación no tiene una significación particular, pero en condiciones caóticas, el comportamiento del sistema no está distribuido normalmente ni es regular. Por lo tanto, en presencia del caos el valor de la regresión y de otros métodos estadísticos para la derivación de relaciones es dudoso. La teoría del caos también pone de relieve la necesidad de incluir todas las variables pertinentes cuando se estudia un problema económico: allí donde existe caos, sólo pueden hacerse predicciones exactas si se *conocen* y se *especifican correctamente* todos los

parámetros pertinentes. Es fundamental que así sea, a causa del estado que se conoce como “dependencia sensible”. En un sistema que posee una inestabilidad limitada, pequeñísimas diferencias en las especificaciones de una ecuación o en la entrada de datos pueden conducir a predicciones económicas diferentes.

En la práctica, los análisis estadísticos, que universalmente se basan en procedimientos de muestreo, por lo general contienen errores, y éstos surgen tanto en la recolección de datos como en el análisis. Más aun, el redondeo de los datos económicos al diseñar modelos econométricos es un procedimiento normal. Pero en condiciones caóticas, incluso la variación de un decimal puede a veces alterar por completo el comportamiento del sistema. Antes de que se investigara el tema de la dinámica caótica, este hecho no se aceptaba. Al hacer pronósticos económicos, se da por sentado que los pequeños errores estadísticos introducidos durante la recolección de datos y el análisis sólo determinan una variación insignificante en la predicción.

En condiciones de caos, los pequeños errores asumen enormes proporciones: aun cuando el modelo se haya especificado correctamente y no existan conmociones fortuitas que perturben el sistema, las predicciones pueden ser desacertadas hasta el absurdo. Por otra parte, cuando sí se producen conmociones, hasta el menor cambio en los parámetros puede alterar en forma drástica el comportamiento del sistema (Schuster, 1989).

Un acontecimiento exógeno no forma parte del sistema definido. Pero en una economía, con complejas interrelaciones y retroacciones, representa una limitación crítica del modelo. Cuando existe una dinámica caótica es esencial construir modelos económicos que incluyan todas las relaciones económicas pertinentes, por insignificantes que parezcan. Sin embargo, esto excede la capacidad (y la imaginación) del constructor del modelo, porque no se puede saber cuáles serán las relaciones pertinentes antes de que se produzca el acontecimiento. En los modelos macroeconómicos típicamente hay cientos o miles de parámetros, y sería asombroso que, en condiciones caóticas, no se produjeran errores en cantidad suficiente como para que sea imposible confiar en las predicciones. ¡En realidad, si queremos construir un modelo econométrico confiable para predecir un futuro caótico, éste tendría que estar dado por anticipado!

Hasta ahora, el interés de los investigadores del caos se ha centrado sobre todo en su presencia en el nivel macroeconómico y no tanto en el microeconómico, aunque no existe una razón obvia para pensar que sea menos importante en este último (Town, 1993). La dinámica caótica no sólo pone en duda el valor de los pronósticos macroeconómicos sino también el uso de los datos anteriores de una empresa o una economía para prever los costos futuros, las relaciones de demanda, los resultados de las campañas publicitarias, etcétera. A pesar de que los administradores pueden planificar cómodamente el futuro mediante predicciones cuantitativas, no es sorprendente que, a despecho de la creciente sofisticación de los modelos, las empresas sigan fracasando más o menos en la misma proporción que antes.

## **El reconocimiento del modelo**

Aunque a muchos economistas tal vez les disguste el hecho de que la teoría del caos ponga en duda el valor de los modelos econométricos con propósitos predictivos, esto no significa necesariamente que puedan hacer algún aporte válido acerca de los resultados económicos. Afortunadamente, existe un orden oculto en el comportamiento de los sistemas caóticos, aunque parezcan azarosos. Aunque no esté a nuestro alcance predecir resultados definidos, podemos saber cuáles son factibles, dentro de amplios límites. Por ejemplo, sabemos que los precios no se disparan súbitamente; la economía no puede sufrir un colapso o una transformación total en el corto plazo; las industrias no desaparecen de la noche a la mañana (aunque sí pueden hacerlo con gran rapidez, como ocurrió con la industria de las motocicletas en Gran Bretaña).

Asimismo, la historia nos muestra que las economías atraviesan ciclos típicos de recuperación, auge, recesión y recuperación. No podemos anticipar con certeza cuáles serán las oscilaciones de la producción, las consecuencias en lo que respecta al empleo, la productividad y los precios o la duración de cada una de las etapas del ciclo. Lo que sí podemos hacer es predecir que los ciclos económicos se producirán dentro de ciertos límites, prever un amplio patrón de comportamiento. El concepto económico básico, la oferta y la demanda en un mercado competitivo, se asocia con un comportamiento que conduce a los movimientos de los precios. Cuando la oferta es mayor que la demanda puede esperarse una disminución en los precios, aunque es difícil predecir con certeza de qué orden será. El patrón del movimiento de los precios surge del comportamiento de los mercados. Pueden encontrarse patrones similares en las condiciones inflacionarias, los mercados de trabajo, los tipos de cambio, etcétera.

Los patrones de comportamiento en los mercados caóticos son irregulares, pero limitados. La trayectoria temporal de una variable económica puede no ser periódica y jamás alcanzar el mismo punto dos veces en cualquier período dado. Sin embargo, normalmente la trayectoria temporal no ocasiona una expansión o contracción continuas. Los agentes económicos se comportan de tal modo que proporcionan, por decirlo así, “atractores” (véase la sección II, p. 29), manteniendo dentro de ciertos límites el movimiento de las variables económicas. Por ejemplo, la demanda agregada no sufre una contracción continua porque después de un cierto punto los cambios en los precios restablecen la demanda. De manera similar, la inversión no se expande en forma constante porque llega un punto en el cual se produce un exceso de oferta. En los mercados financieros, la conducta de los especuladores inhibe aquellos que se asemejan a un mercado lineal, como el de los toros o el de los osos. De ahí que los movimientos económicos, aunque complejos, no son totalmente inestables. En este sentido, es posible diferenciar el comportamiento económico que manifiesta una dinámica caótica de aquel cuya trayectoria se desenvuelve al azar. Durante un tiempo pueden percibirse algunos patrones

de comportamiento muy generales, siempre y cuando no haya razón para pensar que se ha producido un cambio fundamental en la estructura de la economía o del mercado en estudio. Por definición, los movimientos contingentes no siguen un patrón discernible.

En síntesis, la teoría del caos sugiere que, si bien los pronósticos económicos y la construcción de modelos econométricos son, a lo sumo, prácticas aleatorias, esto no excluye las observaciones útiles acerca de las relaciones económicas. Sabemos que los movimientos de la oferta y la demanda siguen un cierto patrón. Cuando en un mercado competitivo la demanda es mayor que la oferta, puede esperarse una suba de precios. Si la oferta de un tipo particular de trabajo calificado es insuficiente, esperamos un aumento del salario correspondiente a esa actividad. En ambos casos, sabemos que el aumento del precio o del salario llevará, con el tiempo, a un aumento en la oferta del producto o del tipo de tarea. De la misma manera, en el nivel macroeconómico los patrones que siguen los fenómenos son similares. Por ejemplo, se puede esperar que una sobrevaluación en el tipo de cambio tendrá como consecuencia una disminución de las exportaciones, a la vez que estimulará las importaciones. En una economía de pleno empleo, un gran déficit presupuestario conducirá a la inflación.

Estas relaciones básicas forman parte de las herramientas de que se sirve el análisis económico, y la teoría del caos no las cuestiona. Sí pone en tela de juicio que se las pueda cuantificar con verdadera exactitud, de modo que sea posible predecir un resultado *preciso*. En nuestros días, gran parte de la enseñanza de la economía adolece de cierta inconsistencia, debido a la incapacidad de entender la diferencia entre la comprensión o explicación, y la predicción. Esto también puede explicar el fracaso de los gobiernos cuando intentan moderar los ciclos económicos “afinando” la economía.

### **Fluctuaciones endógenas y caóticas**

El origen de las fluctuaciones de la economía que se han denominado ciclos económicos y la mejor respuesta política que se les puede dar siguen siendo temas de controversia (Zarnowitz, 1985; Gabisch y Lorenz, 1988). En términos generales, el incesante y enérgico debate acerca de la política macroeconómica entre los neo-keynesianos (en sus variedades “ortodoxa” y “pos-keynesiana”), por un lado, y los economistas monetaristas y neoclásicos, por el otro, se origina en sus puntos de vista opuestos respecto de la causa de las fluctuaciones económicas y de cómo se debe reaccionar ante ellas. Según una de las opiniones, la economía es esencialmente estable; en otras palabras, está en equilibrio. Las fluctuaciones son consecuencia de factores estocásticos. Frisch (1993) fue uno de los primeros que estudiaron este modelo, y a partir de entonces, muchos economistas lo adoptaron. Todavía se siguen atribuyendo esas fluctuaciones a shocks tales como el aumento del precio del petróleo, los actos imprevistos de las autoridades fiscales o monetarias o (más recientemente) el fin de la guerra fría, aunque por lo general no existe una confirmación empírica de que sea así.

Los que sustentan la opinión contraria sobre los ciclos económicos dicen que no hay razón para que la economía de mercado sea inherentemente estable. En otras palabras, las fluctuaciones económicas son endógenas. En la actualidad, la idea de que es la dinámica interna de la economía de mercado la que da origen a los ciclos tiene sus raíces principalmente en la economía keynesiana. En su *Teoría general*, Keynes hablaba de la posibilidad de que una demanda insuficiente conduzca al desempleo general, y también del impacto de la incertidumbre y de la impredecibilidad del “espíritu animal” sobre la inversión.

La teoría del caos ofrece una explicación alternativa de las fluctuaciones económicas endógenas. Si el sistema económico es suficientemente no lineal, el caos puede emerger tanto en el modelo económico keynesiano como en el no keynesiano (véase, por ejemplo, Benhabib y Day, 1982; Day y Shafer, 1985). Es interesante notar que en las primeras décadas de este siglo se utilizaron modelos no lineales del ciclo comercial; por ejemplo, Kaldor lo hizo en 1940, Hicks en 1950 y Goodwin en 1951 (Scheinkman, 1990, p. 33). Asimismo, Lundberg en 1937 y Samuelson en 1939 explicaron los ciclos económicos usando modelos en los cuales los resultados eran sensibles a los cambios en los parámetros (Baumol y Benhabib, 1989, p. 78). Estos modelos, no obstante, generaban ciclos regulares (límites) que no concordaban con la experiencia, y se los reemplazó por sistemas de ecuaciones lineales. El modelo económico resultante fue, esencialmente, de estabilidad y crecimiento; los ciclos irregulares se atribuyeron a shocks exógenos.

### **El enigma del ciclo económico**

Las fluctuaciones del comercio son enigmáticas porque parecen ser en parte regulares y en parte erráticas. La teoría del caos proporciona al respecto una explicación plausible. Demuestra que la economía puede seguir una trayectoria temporal en la cual se van produciendo, a medida que transcurre el tiempo, cambios bruscos y fortuitos que pueden producir oscilaciones difíciles de predecir, pero dentro de ciertos límites. Aunque de este modo se elimina la necesidad de explicar los ciclos económicos por el impacto de shocks estocásticos, esto no significa que las conmociones de origen externo carezcan precisamente de importancia o que todas las fluctuaciones de la economía tengan como única explicación el caos. Un análisis informado acerca de la política económica requiere el conocimiento de que las fluctuaciones económicas pueden deberse tanto a factores endógenos que surgen de la dinámica caótica como a perturbaciones externas. La dinámica caótica explica la *turbulencia endógena\** dentro de la economía. Esto quiere decir que la economía no es necesariamente estable aun en ausencia de shocks. Más aun, un sistema económico que puede volver rápida y fácilmente a un estado de equilibrio cuando se produce un shock que obliga a un brusco ajuste (por ejemplo, un aumento en el precio del petróleo o un súbito cambio en la política económica del gobierno), seguramente podrá superar con éxito la situación. En los sistemas no lineales existe una

dependencia sensible de las condiciones iniciales y los efectos de un shock pueden magnificarse muchísimo en presencia de un comportamiento caótico.

### *Expectativas racionales*

Para la nueva crítica clásica de la economía keynesiana, que parte de la premisa de las expectativas racionales, la idea de que la economía es esencialmente estable y se asienta en una trayectoria temporal que crece de manera uniforme en ausencia de shocks, es fundamental. La mayoría de los teóricos de las expectativas racionales están de acuerdo con la concepción de Robert Lucas (1975 y 1981), según la cual se da por sentado que, aunque los agentes económicos no poseen previsión perfecta cuando llevan a cabo una planificación, usan toda la información de que disponen para predecir el futuro de la mejor manera posible. Si bien pueden equivocarse al formar sus expectativas, los errores en las previsiones no perdurarán. Esto significa que las desviaciones a partir de una situación de pleno empleo son transitorias. Se producen de vez en cuando debido a conmociones exógenas, como cambios tecnológicos o aumentos en el precio del petróleo, que han pasado temporariamente inadvertidas para los mercados o que provocan demoras en el ajuste del stock de capital. Si existe una secuencia de shocks fortuitos, el comportamiento de la economía asume las características de un ciclo económico.

La teoría del caos hace un cuestionamiento fundamental de las expectativas racionales (Kelsey, 1988, p. 22). Aunque acepta la existencia de información imperfecta, la verdadera incertidumbre que implica el caos hace que la gente no pueda construir un modelo coherente del mundo, y las expectativas diferirán. En general, ante una dinámica caótica nadie será capaz de predecir resultados óptimos con algún grado de confiabilidad y, en consecuencia, la anticipación racional del futuro, tal como la propone la teoría de las expectativas racionales, resultará imposible. En condiciones caóticas, los agentes económicos no llevan a cabo un aprendizaje preciso y no puede haber una previsión perfecta. La actitud racional, en un medio en el que imperan las retroacciones no lineales y las reacciones retardadas, es no sustentar expectativas racionales acerca de los resultados futuros. En consecuencia, el comportamiento del sistema puede conducir a ciclos endógenos y movimientos carentes de periodicidad, tal como lo predice la economía keynesiana.

### **El manejo de la demanda: un punto muerto en la economía keynesiana**

No es sorprendente que los neo-keynesianos, ansiosos por apoderarse de la iniciativa de la escuela de las expectativas racionales, se hayan apresurado a aceptar la conclusión de que en condiciones caóticas la economía de mercado competitiva puede producir una inestabilidad que llevará al desempleo. Argumentan que si, después de todo, el mercado competitivo es inestable, el gobierno debería intervenir para crear estabilidad. Grandmont (1985), en un estudio que ha tenido especial repercusión, llegó a la conclusión de que la

política monetaria reduciría de manera efectiva los ciclos irregulares provocados por el caos (véase también Brock y Malliaris, 1989, y Woodford, 1989).

El razonamiento de Grandmont es complejo, pero se ocupa esencialmente de la elaboración, por parte del gobierno, de transferencias monetarias inter-generacionales para afectar las expectativas con respecto a las tasas de interés y a los saldos monetarios reales. No es necesario hacer un análisis más detallado del contenido teórico de este trabajo, porque concluye con una recomendación política de dudoso valor. Desde el punto de vista político, la argumentación de Grandmont no sirve. Si bien la teoría del caos tiene una explicación para las oscilaciones que se producen en una economía de mercado, también demuestra que el estado no tiene el *conocimiento* necesario para adoptar las medidas contra-cíclicas correctas. En un mundo caótico, la probabilidad de arribar a un resultado planificado es muy escasa, por lo cual es difícil que un gobierno pueda precisar una política tendiente a lograrlo, excepto, tal vez, en forma casual (Rosser, 1990, p. 279). Pese a la inestabilidad de la economía de mercado, es improbable que la intervención del estado pueda aportar una solución. En realidad, puede ser perjudicial debido a la dependencia sensible del sistema. Como no es posible prever el futuro, es casi seguro que los pequeños errores de la política estatal, con respecto al tipo de intervención o al momento en que se realice, provocarán distorsiones que alcanzarán proporciones enormes. La teoría del caos nos ayuda a comprender que la intervención del estado no moderará los ciclos económicos, sino que los agravará.

## **Los mercados y la planificación**

El paradigma de “la organización que está lejos de un estado de equilibrio”, analizado en la sección III, tiene importantes implicancias en lo que respecta a nuestra comprensión del funcionamiento de los mercados. Hay muy buenas razones para afirmar que si una empresa desea ser innovadora, debe esforzarse por operar en el límite del caos. Aquellas organizaciones que tienden a la integración y a formas de administración monótonamente consensuadas, se anquilosan y mueren. Las que estimulan de manera exagerada la diferenciación y el conflicto, pueden desembocar en una inestabilidad explosiva y desintegrarse. Tal como lo hemos afirmado, al parecer el éxito consiste en operar en la región fronteriza de la inestabilidad limitada. Para ello se requieren una atención, una información y un espíritu empresarial constantes.

Lo mismo puede aplicarse a la economía. Una economía dinámica, al igual que una empresa dinámica, debe ser flexible y abierta al cambio imprevisto (e imprevisible). Debe proporcionar un medio económico y social que favorezca la adaptación. Miller afirma:

Por más que deseemos creer que la “realidad” es permanente, no es sino una construcción social, que generalmente consideramos real. En un medio que cambia con rapidez, estas construcciones deben estar sometidas a un

constante cuestionamiento, que no se lleva a cabo sencillamente mediante un proceso racional ordenado: requiere imaginación, intuición, fantasía, discusión, desacuerdo, conflicto (Miller, 1993, p. 114).

Cualquier empresa y, para el caso, cualquier familia, tiene su propia historia peculiar que surge de las diferencias con respecto a los acontecimientos iniciales, la evolución posterior y los shocks fortuitos externos, o exógenos, a que se ha visto sometida. En consecuencia, una economía está compuesta por agentes económicos, cada uno de los cuales sigue una trayectoria temporal distintiva, si bien, posiblemente, caótica (Arthur, 1990). Tanto las empresas como las familias reaccionan de maneras diversas ante los sucesos económicos, según sus circunstancias y sus percepciones, y aunque las diferencias en su comportamiento parezcan insignificantes en el presente, pueden conducir a resultados muy diferentes a largo plazo. Cuando las relaciones manifiestan un alto grado de complejidad, pocas veces es posible establecer conexiones simples, del tipo “A conduce a B”, que sean dignas de confianza.

En los sistemas caóticos la cuestión no consiste sólo en tratar de buscar las respuestas; la dificultad principal reside en saber cuáles son las preguntas. Ante la incertidumbre, no podemos saber qué es lo que no sabemos.<sup>10</sup> De esto se desprende que al reflexionar sobre los méritos relativos de las instituciones económicas habría que centrar la atención sobre *cuál es la forma institucional (o las formas) más capaz de afrontar un futuro incognoscible*. El progreso económico supone la necesidad de operar en condiciones de conocimiento limitado y reacción imperfecta. Incluso cuando se dispone de información acerca del futuro, la capacidad cognitiva de los agentes económicos es limitada y esto influye sobre la absorción y la interpretación de esa información y sobre las acciones consiguientes. Por lo tanto, la forma institucional que les resultará más útil para dar solución a los problemas económicos será aquella que lleve a cabo una auto-organización interactiva y espontánea, genere información, los capacite para aprender y adaptarse a medida que actúan, y estimule la innovación y el cambio (cf. Richardson, 1960).

### *Caos, planificación estatal y mercados*

La existencia del caos agrega una nueva e importante dimensión al debate respecto de los méritos relativos de la planificación estatal y del mercado. La primera requiere, para tener éxito, un conocimiento exacto acerca del futuro y de los medios para alcanzar los fines deseados, claridad respecto de las relaciones causales y los objetivos y una capacidad para predecir el futuro sin la cual la planificación carece de una dirección definida. Pero, como lo hemos visto, cuando un sistema económico tiene un comportamiento caótico, no puede haber certeza alguna con respecto a las relaciones o aun a los objetivos óptimos a largo plazo.

---

<sup>10</sup> Acerca de este punto, Israel Kirzner ha hecho un análisis muy útil en su obra *Discovery and the Capitalist Process*, University of Chicago Press, Chicago, 1985.

Es imposible planificar de manera confiable el futuro a largo plazo. Más aun, los costos que demanda operar un sistema de planificación se relacionan directamente con la complejidad del medio económico objeto de dicha planificación, y además se imponen costos económicos adicionales cuando la intervención del estado disminuye la adaptabilidad de las empresas al medio cambiante. Por lo tanto, la planificación central corre el alto riesgo de reducir la posibilidad de transformación y adaptación y de hacerse cada vez más compleja y costosa, mientras los planificadores luchan para conservar la apariencia de que la situación está bajo control. En Europa central y oriental, el resultado de décadas de planificación fue un aumento de la confusión burocrática, una capacidad de adaptación restringida y, por último, el estancamiento económico, en comparación con las economías de mercado de Occidente.

Los mercados, en cambio, estimulan la adaptabilidad. Al parecer, se manejan muy bien en medio de la incertidumbre y la ambigüedad inherentes a las complejas economías modernas. Facilitan la creación de nuevo conocimiento y el aprendizaje de circuito doble que son condición necesaria para la innovación y el progreso económico. En un mundo caótico, el individuo es el punto de partida de todo nuevo conocimiento, y éste no puede ser diseñado o planificado por una autoridad central. La economía de mercado permite la transmisión del conocimiento mediante señales, que sirven como guías efectivas para nuevas inversiones potencialmente productivas. El mercado constituye una forma de auto-organización que ha demostrado ser idónea para manejar la incertidumbre que constituye la esencia de la vida económica. En él los resultados emergen, no los planifica un organismo central. El mercado combina la flexibilidad con el control, ambos fundamentales para que las economías puedan operar en el ámbito de la inestabilidad limitada. Los mercados son flexibles, accionan y reaccionan en relación con el medio. Ante la incertidumbre, facilitan el cambio. Están constituidos por las retroacciones que se producen necesariamente entre los agentes económicos en un mundo impredecible y las fomentan. Producen lo que F. A. Hayek denominó apropiadamente “interacción espontánea” (Hayek, 1948, p. 79). Por supuesto, la adaptabilidad aumenta al máximo cuando existe competencia. En un mercado monopolista, privado o estatal, en el cual se han eliminado las presiones en favor del cambio, la adaptación resulta mucho más improbable.

## **El gobierno y la economía**

Gobernar es algo más que utilizar influencias para obtener resultados predecibles que eleven al máximo el bienestar. En los últimos años, los trabajos sobre la “elección pública” han llamado la atención acerca del fracaso gubernamental debido a la conducta de quienes forman parte de la maquinaria estatal, centrados en la satisfacción de sus intereses personales. Además, han puesto de relieve la influencia ilegítima que ejercen ciertos grupos con intereses especiales a la hora de tomar decisiones políticas (véase, por

ejemplo, Mitchell, 1988). Pero incluso si un gobierno tratara de servir en forma auténtica los intereses del público y pudiese escapar milagrosamente de ser copado por los grupos que ejercen presión, la existencia de complejas relaciones haría muy improbable la adopción de políticas tendientes a lograr un mayor bienestar, por el solo hecho de que carecería del conocimiento necesario para instrumentarlas. Las economías caóticas son esencialmente incognoscibles.

Estas economías están sujetas al cambio imprevisto y a la ansiedad y desorientación que produce. Es comprensible que los gobiernos quieran reducir los costos sociales y económicos del cambio, pero sus políticas jamás deben dañar la capacidad de las economías para llevar a cabo una adaptación creativa. La ley, el orden y la seguridad son fundamentales para evitar que la sociedad caiga en una inestabilidad explosiva. El gasto público destinado a la educación y a la instrucción especializada se justifica en cuanto incrementa la capacidad de adaptación de la fuerza de trabajo. Aun los subsidios a las industrias pueden constituir, de vez en cuando, una ayuda para el cambio en una economía, siempre que no estén destinados a sostener a las indolentes; con todo, el caos contribuye a dilucidar por qué fracasan las políticas industriales basadas en la “selección de los triunfadores”. La política de subsidios más compatible con una economía caótica es aquella en la cual el gobierno no intenta planificar el futuro y la inversión directa sino, por el contrario, alienta la búsqueda competitiva de nuevos mercados y nuevos métodos de trabajo. El gobierno japonés constituye un ejemplo de lo dicho, porque promueve el crecimiento industrial fomentando la cooperación entre las empresas con vistas al desarrollo de nuevas tecnologías, pero confía en la competencia para la explotación comercial del producto. De este modo impulsa el proceso de innovación productiva en lugar de planificar o predecir resultados precisos: “La ferocidad de la competencia refuerza la eficiencia y la competitividad internacional de las firmas japonesas” (Okimoto, 1989, p. 107).

Al mismo tiempo, la experiencia sugiere que una economía regulada y sujeta a pesadas cargas impositivas desalienta el desarrollo económico, reduciendo las inversiones y la innovación. Ambos factores limitan la aptitud para el cambio. Pueden arrancar a una economía de la zona fronteriza entre la estabilidad y la inestabilidad y llevarla a un punto estático, a un estado de estancamiento.

En lo que respecta específicamente a la política social, las conclusiones a que da lugar la teoría del caos están lejos de ser simples. La sociedad constituye un medio de conformar la conducta individual por vía de la ley, las convenciones y las normas éticas o morales. Éstas actúan, por así decirlo, como atractores que la mantienen dentro de ciertos límites predeterminados: por ejemplo, “no matarás” o “no robarás”. En las relaciones comerciales, el fraude y otras conductas deshonestas o poco éticas se consideran inaceptables. Es necesario que las personas compartan esos valores, entre los cuales se incluye la confianza, para que puedan celebrar contratos o realizar intercambios comerciales (Casson, 1991). En otras palabras, las leyes, las convenciones y las normas

de conducta aceptadas son condición necesaria para el funcionamiento de la economía de mercado. En realidad, son esenciales para evitar que la sociedad explote y se produzca un colapso social y económico.

Las leyes, las convenciones y las normas de conducta no deben bloquear la creatividad individual. Al mismo tiempo, el abandono de todas las leyes y valores daría lugar a un absoluto desorden y a la desintegración social, como ocurre en tiempos de revolución o de guerra civil (véase Artigiani, 1987) o cuando la sociedad atraviesa períodos de cambio tales que “los paradigmas funcionales se convierten rápidamente en disfuncionales” (Davidson y Rees-Mogg, 1993, p. 253). Esto puede suceder cuando se produce un rápido cambio tecnológico que hace obsoletos las instituciones y los valores existentes, como por ejemplo durante la revolución industrial (Day, 1993). Se podría argumentar que la revolución que se está produciendo actualmente en la información y en las comunicaciones amenaza con provocar otra “fase de transición” en el desarrollo social y económico cuyos resultados serían tan imprevisibles como los que ocasionó el advenimiento de la máquina de vapor.

Es importante tener en cuenta fenómenos contemporáneos tales como el aumento de la drogadicción y la declinación de la ley y el orden, sobre todo en las zonas centrales de las grandes ciudades, ya que esas tendencias pueden reflejar un cambio en las normas sociales que llevaría a una inestabilidad potencialmente explosiva. Por cierto, los valores culturales han sido considerados como factores importantes en el rápido desarrollo económico de algunos países del sudeste asiático cuyo grado de cohesión social es mucho mayor que el que existe en Europa o en los Estados Unidos (por ejemplo, véase Okimoto, 1989, con respecto a la trascendencia de los factores culturales en el éxito económico del Japón). Tanto las economías que enfrentan situaciones desmesuradamente conflictivas (inestabilidad explosiva) como aquellas en las cuales un bagaje cultural compartido sofoca la creatividad individual (estabilidad anquilosante) enfrentan el peligro de la declinación. La ortodoxia es necesaria, y también lo es la subversión; ambas deben existir, pero en equilibrio. Desde el punto de vista de la política social, los gobiernos deben tratar de alcanzar ese equilibrio, evitando las políticas y los gastos que pueden provocar un aumento de la inestabilidad social o un estancamiento excesivo.

Con frecuencia, la intervención humana en los sistemas naturales para moderar las fluctuaciones o para eliminar las tensiones ha dado, en la práctica, resultados perversos. Veamos un ejemplo: durante muchos años, los gobiernos de los Estados Unidos intentaron prevenir los incendios de bosques en los parques nacionales mediante reglamentaciones y controles estrictos. Lamentablemente, no se tomó en cuenta que la naturaleza tiene su propio sistema para combatir el fuego: los pequeños incendios forestales reducen la posibilidad de un siniestro mayor y más catastrófico. Al evitar que se produjeran esos pequeños fuegos, las autoridades de los parques nacionales aumentaron involuntariamente las probabilidades de que se desatara un infierno devastador. Ahora han aprendido la lección, aunque demasiado tarde para salvar el Parque Yellowstone de

un gran incendio en 1988 (Jeffery, 1989; Zimmerman y Hurst, 1992, p. 10). Esta historia tiene una moraleja, y es que aunque sea muy natural tratar de protegerse de la ansiedad y de la incertidumbre propias de la vida, en un mundo caótico el cambio y sus consecuencias no pueden ni deben evitarse.

### **La economía en equilibrio: el enfoque neoclásico**

El reconocimiento de que la dinámica caótica es posible, y quizá probable, en las economías tiene importantes implicancias para el estudio de la economía y de la política económica. La teoría neoclásica ha sido durante mucho tiempo el paradigma predominante. Sin embargo, es difícil conciliar la economía neoclásica con el caos.

El enfoque neoclásico se ocupa ampliamente de medios dados y fines alternativos conocidos. Se da por sentado que los agentes económicos son racionales y buscan elevar al máximo la utilidad, incluyendo las ganancias. No existen problemas relacionados con la información, o si existen, se los explica fácilmente. Cuando sobreviene una perturbación que desequilibra el mercado, los precios cambian en forma rápida, fluida y predecible hasta que la oferta y la demanda retornan al equilibrio. Los mercados neoclásicos son estáticos y conservadores, a diferencia de las estructuras disipadoras que están en constante evolución a la vez que conservan su esencia. Los movimientos del mercado dependen de mecanismos de retroacción negativa o moderadores que responden a los cambios internos y externos. Cuando se produce un shock, por ejemplo, si un competidor eleva el precio de su producto, el mercado reacciona de modo de establecer un nuevo equilibrio. Éste se mantiene estable hasta que sobreviene otro shock.

Los modelos neoclásicos pueden manejar la incertidumbre relacionada con los fines y los medios, pero sólo cuando el patrón de resultados en un conjunto total de acontecimientos es conocido en un sentido probabilístico, o al menos puede determinarse conceptualmente (Buchanan y Piore, 1980, p. 693; Stiglitz, 1985). La estimación de las probabilidades requiere que un acontecimiento se repita (por ejemplo, una moneda se arroja al aire cierto número de veces) o que haya un gran número de acontecimientos de la misma clase. A los fines de la predicción, también es necesario que la relación subyacente continúe manteniéndose en el futuro. No es posible calcular las probabilidades si el acontecimiento ocurre una sola vez o si las relaciones subyacentes no se mantienen o no son conocidas.

### *La dinámica caótica pone de relieve la incertidumbre*

El estudio de la dinámica caótica llama la atención acerca de la incertidumbre. En consecuencia, lo que está en juego es mucho más que el simple riesgo. En este universo no se puede aplicar eficazmente el cálculo de probabilidades a los acontecimientos inciertos, porque la auténtica incertidumbre implica el desconocimiento de los problemas futuros o de su posible solución.

Veamos un ejemplo importante. El modelo general del equilibrio que constituye el núcleo de la teoría neoclásica implica la compensación simultánea de todos los mercados, incluso los futuros (Hicks, 1957; Debreu, 1959). A los estudiantes de economía se les demuestra regularmente que, dado que existe un mercado de futuros eficiente, los ajustes de la oferta y la demanda pueden conducir a un estado de equilibrio en el cual la suscripción de las futuras inversiones no será ni excesiva ni insuficiente. Sin embargo, los mercados de futuros no pueden funcionar de este modo si los individuos son incapaces de adscribir una probabilidad significativa a los acontecimientos futuros, tal como debe ocurrir en un mundo caótico, inherentemente impredecible. En este mundo los mercados de futuros no se ajustarán para crear un “equilibrio general”. Tal como lo dice Kenneth Boulding (1987, p. 115): “El equilibrio es una ficción creada por la imaginación humana y la estabilidad es principalmente consecuencia de un defecto de nuestra percepción del tiempo”.<sup>11</sup>

### **El mercado como proceso: la economía austríaca**

La economía austríaca constituye un enfoque más compatible con un mundo regido por una dinámica caótica. Se trata de una tradición económica que se desarrolló paralelamente a la teoría neoclásica y que comparte algunos de sus principios, pero que se apartó de ella en el transcurso del siglo XX. El fundamento de la economía austríaca es el “subjetivismo metodológico”: se presupone que los individuos actúan de manera intencionada para alcanzar los fines que desean. En consecuencia, la economía se entiende en función de las acciones y elecciones de los individuos. Éstos, sin embargo, operan en un mundo en el cual la información es imperfecta, por lo cual los austríacos consideran que las regularidades estadísticas son demasiado escasas como para hacer de la economía una “ciencia” predictiva. Las teorías económicas sólo son, en el mejor de los casos, guías cualitativas para causa y efecto. Este punto de vista se asemeja notablemente a las conclusiones de la teoría del caos con respecto a la impredecibilidad e irregularidad de los patrones del comportamiento económico.

El término “austríaca”, que como su nombre lo indica tuvo su origen en la obra de los economistas austríacos (los más destacados fueron Carl Menger [1840-1921], Friedrich von Wieser [1851-1926], Eugen von Böhm-Bawerk [1851-1914], Ludwig von Mises [1881-1973] y Joseph Schumpeter [1883-1950]), designa hoy una escuela de pensamiento

---

<sup>11</sup> En economía, el término “equilibrio” se usa para indicar un estado de quietud o de estabilidad. También designa una situación en la cual se encuentran satisfechas un conjunto de condiciones. Bullard y Butler (1993) intentan recuperar el concepto de equilibrio en un mundo caótico sosteniendo que las condiciones de equilibrio, tales como la compensación de los mercados, se satisfacen aun cuando el comportamiento dinámico de la economía sea caótico. Dicen: “Muy bien puede ser que un mundo no lineal que nunca converge hacia un estado estable tenga no obstante trayectorias de equilibrio caracterizadas por la competencia perfecta, la previsión perfecta y la permanente compensación de los mercados” (p. 855). Sin embargo, resulta difícil discernir la pertinencia de esta afirmación en la práctica, porque la previsión perfecta no puede existir en un mundo caótico, lo que reconocen más adelante en su artículo (p. 857).

más que una tradición geográfica. Su tema común es el interés por la competencia como un *proceso* de cambio dinámico y que marcha hacia adelante (un análisis muy útil es el de Littlechild, 1986). F. A. Hayek, Israel Kirzner y G. L. S. Shackle han hecho importantes contribuciones en los últimos años. En las obras de Hayek y Kirzner el mercado se ve como un “proceso de descubrimiento” de fines y medios. Los precios sirven para canalizar la información entre los potenciales proveedores y los potenciales clientes (Hayek, 1935, 1948, 1978; Kirzner, 1973). En la economía de mercado, la vigilancia por parte de los empresarios para descubrir las oportunidades de obtener ganancias es crucial para coordinar la demanda y la oferta. Shackle (1961, 1972) hace hincapié en el problema de recolectar y procesar la información y en el papel que desempeña la incertidumbre a la hora de hacer elecciones.

Para la economía austríaca, el cambio no perturba lo que de otro modo es un equilibrio económico, según el enfoque neoclásico, ni constituye una preocupación central en lo que respecta al restablecimiento de condiciones de equilibrio óptimas. Por el contrario, es inherente a la vida económica. Más aun, no hay ninguna seguridad de que las respuestas individuales al cambio sean óptimas en el sentido neoclásico. Los austríacos piensan que la economía sólo tiende al equilibrio en forma predecible si la información es perfecta o completa. Sólo en ese caso se coordinarán todos los actos individuales y conducirán muy rápidamente a una situación en la que los mercados no tendrán excedentes ni déficit (Hayek, 1942, p. 290).

Pero en la práctica, ni la información es completa ni las acciones están perfectamente coordinadas, por lo cual los excedentes y los déficit pueden existir durante algún tiempo. La función del mercado consiste en producir y procesar la información. Los precios ponen de relieve dónde ocurren excedentes y déficit en la economía y, por ende, dónde existen oportunidades de obtener ganancias (Cordato, 1980). La acción empresarial y la obtención de ganancias son posibles y necesarias porque no hay seguridad alguna de que los mercados se ajustarán de manera perfecta e instantánea.

### *La indiferencia por la acción empresarial y por la obtención de ganancias*

En la economía neoclásica casi no existe campo de acción para el espíritu de empresa. Por eso, los libros de texto de economía no dan importancia a la acción empresarial y al lucro. Esto explica por qué generaciones de economistas egresan de las universidades prácticamente sin saber cuán importantes son ambas cosas en la economía de mercado; esta ignorancia se refleja trágicamente en la implementación de políticas económicas (Parker y Stead, 1991). Los neoclásicos parecen pensar que el progreso técnico y la innovación caen como “maná del cielo”. Si existe información perfecta sobre cuáles serán los precios óptimos y las combinaciones exactas de insumos y producción, no hay necesidad de tomar decisiones empresariales.

La economía austríaca, en cambio, reconoce correctamente que la empresa es el núcleo de la economía de mercado. El empresario actúa como una fuerza desestabilizadora, haciendo innovaciones en forma de nuevos productos y tecnologías que desorganizan los mercados existentes, y también reacciona ante las oportunidades de decisión que surgen como consecuencia de ello. Schumpeter advierte que en el mundo neoclásico la innovación es imposible porque las nuevas ideas deben compartirse con los demás. Ni siquiera hay oportunidades de lograr réditos económicos a corto plazo; entonces, si no se pueden obtener grandes ganancias, ¿para qué tomarse el trabajo de innovar?

La nueva ciencia de la complejidad, al igual que la economía austríaca, proporciona a la acción empresarial una razón de ser que no existe en un mundo equilibrado y predecible. En la sección III analizamos el significado de la teoría del caos para la administración de las organizaciones. Vimos que, en condiciones de mercado, éstas deben adaptarse constantemente a cambios imprevisibles, es decir, desarrollar la acción empresarial para buscar nuevas oportunidades e innovar. Lo mismo ocurre en el ámbito, mucho más amplio, de la economía. El empresario es quien proporciona en forma permanente la energía que la economía requiere, por ser un sistema disipador. Con esto, hace mucho más que correr un riesgo. El riesgo implica la probabilidad de éxito o fracaso. Al respecto, Frank Knight observó hace muchos años:

Las situaciones que requieren la decisión empresarial no se repiten con la misma similitud como para hacer posible un cálculo de probabilidades (Knight, 1951, p. 120).

La elección empresarial no está orientada por teorías de probabilidad formales. En condiciones de mercado complejas y con un conocimiento imperfecto, depende más de la intuición que del cálculo.

Para los economistas austríacos el futuro es indeterminado; la dinámica caótica lo considera determinado, pero tan intrincado que se hace impredecible. En la práctica, no se pueden identificar y calcular todas las variables necesarias para determinar con precisión el futuro. En lo que respecta a la instrumentación de una política, ambos puntos de vista son equivalentes. Si es imposible identificar o calcular las variables que determinan el futuro, aun en términos de probabilidad, no se las puede manejar ni planificar. La economía austríaca, a diferencia de la teoría neoclásica, es el complemento de un mundo en el cual impera una dinámica caótica. En realidad, el reconocimiento de la existencia del caos en las relaciones económicas refuerza el rechazo de los economistas austríacos por la idea de un futuro cognoscible. Además, han censurado durante mucho tiempo los pronósticos macroeconómicos, así como la planificación por parte del estado y el manejo de la demanda.

## **El caos y el estudio de la economía**

La teoría del caos agrega una importante dimensión a los estudios económicos. Contribuye a explicar por qué las economías están sujetas a turbulencias aperiódicas e inesperadas, y por qué son tan difíciles de predecir y planificar. En realidad, como hemos visto, la previsión del futuro es una actividad muy cuestionable, y la tentativa de planificarlo a largo plazo, inútil. La política debería, en cambio, tratar de crear un medio apropiado para el desarrollo de la estabilidad dentro de la inestabilidad, lo cual conduce al cambio creativo.

Lo que hace falta es un sistema económico que estimule la adaptabilidad sin provocar una inestabilidad explosiva, una economía que aliente la producción de información de modo que los agentes económicos se adapten rápida y fácilmente a los cambios. En otras palabras, hace falta un sistema que recompense la flexibilidad y la innovación. La economía competitiva que promueve el espíritu de empresa y el proceso de cambio es apta para enfrentar el futuro incognoscible y caótico.

## **V. Conclusiones y recomendaciones políticas**

“En algunos aspectos, somos ciegos para percibir la naturaleza de las cosas [...].”

G. L. S. Shackle, 1988, p. 10.

La teoría de caos se aplicó en primer lugar a las ciencias naturales, pero en este trabajo intentamos poner de manifiesto su relevancia para el estudio de las empresas y de las economías. El punto principal consiste en que éstas tienen, como la naturaleza, importantes circuitos de retroacción no lineales debido a los cuales operan lejos de una situación de equilibrio; en estas circunstancias, aun las perturbaciones que parecen insignificantes se amplifican muchísimo. Los sistemas son inherentemente creativos cuando operan lejos del equilibrio.

Este descubrimiento tiene profundas implicancias para nuestra comprensión del comportamiento real de las empresas y de las economías. Al principio, puede resultar inquietante reconocer la importancia de la dinámica caótica para su estudio. Es necesario abandonar las antiguas formas de pensamiento y adoptar otras nuevas, pero esto es inevitable si queremos lograr un entendimiento cabal.

En las secciones precedentes hemos explicado la naturaleza de la inestabilidad limitada propia del caos, llamando la atención acerca de los rasgos principales de la dinámica caótica en los sistemas. También hemos analizado sus implicancias para la administración de empresas en niveles estratégicos y para la planificación económica (especialmente, macroeconómica), lo que hace posible una nueva perspectiva del papel de los mercados.

Nuestro análisis apunta en forma más específica a las siguientes conclusiones y recomendaciones políticas:

- En un mundo caótico, el futuro económico a largo plazo es inherentemente incognoscible. No se lo puede predecir ni planificar de manera eficaz, excepto en términos muy generales. En consecuencia, la política debe estar orientada hacia el establecimiento de condiciones que permitan a los agentes económicos adaptarse a los cambios y ser creativos; esto se aplica tanto a las empresas como a las economías. Los mercados competitivos desempeñan un papel muy importante en este proceso. A diferencia de los sistemas planificados, favorecen la adaptación espontánea.
- La investigación en las ciencias naturales demuestra que para que un sistema pueda ser innovador, debe operar en el límite del caos. Aquí, los vínculos entre las acciones y los resultados a largo plazo se pierden en medio de los pormenores de la interacción. Lo mismo puede decirse de los sistemas sociales y también de los económicos. En estos últimos, el agente elige su acción siguiente, pero no puede elegir el resultado a largo plazo. En consecuencia, su elección es genuina. El resultado a largo plazo no está determinado por un cierto estado en un medio futuro. En los sistemas económicos, el caos permite una elección auténtica.
- En las economías de mercado competitivas, la empresa es el motor del cambio. La teoría del caos, al atraer la atención sobre la importancia de la adaptabilidad y el cambio, proporciona un nuevo argumento al empresario innovador. Sólo en los sistemas que permiten elecciones genuinas es posible la conducta original propia de la acción empresarial. Las economías que favorecen la adaptación son las que se manejan mejor en condiciones caóticas.
- La teoría del caos puede contribuir a explicar por qué las economías son proclives a la turbulencia. Aun en ausencia de shocks exógenos, la economía de mercado no es estable. No obstante, tampoco parece existir alguna forma de intervención estatal que pueda garantizar la disminución de las fluctuaciones económicas. En realidad, los pequeños errores en el manejo de la demanda pueden magnificarse muchísimo y conducir a una mayor inestabilidad económica. Los gobiernos acrecientan la incertidumbre con sus frecuentes y súbitos cambios en las reglamentaciones, el gasto público y los impuestos.
- Cualquier sistema que intente proyectar o planificar en forma deliberada el futuro a largo plazo, inevitablemente fracasará. Las empresas y las economías necesitan estructuras e instituciones que promuevan la auto-transformación. Desde el punto de vista político, debemos centrarnos más en los medios que en los fines y crear las condiciones para el cambio proyectando sistemas capaces de evolucionar mediante la auto-organización.
- Tanto las obras tradicionales sobre administración (el enfoque “racional”) como las neoclásicas enfrentan serios problemas al tratar el tema del cambio allí donde las consecuencias a largo plazo son inherentemente impredecibles e incluso, tal vez, inimaginables. Los economistas profesionales, sobre todo, entrenados para la

construcción de modelos neoclásicos, se han rodeado de un aura de competencia científica que parece estar totalmente fuera de lugar. La preocupación de los neoclásicos por los estados de equilibrio que implican relaciones de retroacción negativa, reductoras, es difícil de justificar.

- La economía neoclásica elimina la dinámica de un sistema económico haciendo que el mundo sea esencialmente conocido, o al menos cognoscible. Las conclusiones de la teoría del caos son más compatibles con la metodología y las prescripciones políticas de la economía austríaca, que hace hincapié en la auto-organización espontánea, la acción empresarial y la destrucción creativa. Este enfoque considera que la evolución social y económica se produce en el contexto de un mundo que no está en equilibrio y en el cual los agentes económicos rara vez pueden cumplir exactamente sus planes; además, pone el énfasis sobre los *procesos* económicos, no sobre los estados o las estructuras existentes.
- La teoría del caos sugiere que en la realidad las empresas, y por ende las economías, evolucionan describiendo complejas trayectorias temporales cuya plena comprensión está fuera de nuestro alcance. En consecuencia, las más capaces de alcanzar el éxito son aquellas que están abiertas a los cambios y, al mismo tiempo, pueden contener las tensiones económicas y sociales resultantes. Para lograr esta “tensión creativa”, este orden dentro del desorden, hacen falta instituciones y normas de conducta que promuevan la adaptabilidad. Las políticas económicas y sociales de los gobiernos, sobre todo, deben complementar el cambio de la economía, no entrar en conflicto con él. Esto plantea el problema de las políticas que *reducen* la capacidad de adaptación de la economía, entre ellas las regulaciones, el monopolio y los impuestos excesivos, en cuanto a que disminuyen la voluntad o la capacidad de los agentes económicos para innovar o para cambiar su conducta. Lo mismo puede decirse de las políticas de bienestar y de los gastos gubernamentales. Las que se dirigen a la fijación de impuestos y a la asignación de fondos para gastos del estado entrañan la necesidad de lograr un delicado equilibrio. Por ejemplo, las cargas tributarias excesivas disminuyen la flexibilidad de la economía. Al mismo tiempo, se las puede considerar necesarias para el establecimiento de programas de bienestar destinados a evitar los disturbios sociales o que se juzgan en cierto sentido imprescindibles desde el punto de vista ético.
- Así como las leyes, las relaciones económicas emergen de los comportamientos culturales y sociales y son limitadas por ellos. Cuando las normas que rigen una sociedad comienzan a perder vigencia o cambian en forma drástica, se produce una impredecible interrelación con el cambio en la economía. Es necesario comprender mejor esta interrelación, en particular sus efectos de retroacción positiva, desestabilizadores. También hace falta un mayor conocimiento del impacto que ejercen las políticas estatales en este proceso. En las primeras décadas de posguerra, en Europa y los Estados Unidos hubo prosperidad, y las perturbaciones sociales y económicas fueron relativamente muy poco importantes, pero a partir de la década de 1960, la turbulencia pareció ir en aumento. Si bien esto es difícil de

explicar en términos de equilibrio, la teoría del caos puede ayudarnos a encontrar la respuesta.

El estudio de la dinámica caótica exige a los empresarios, los economistas y los políticos una reevaluación de gran parte de los conceptos existentes acerca del modo como actúan los agentes económicos. Requiere de ellos el tipo de aprendizaje de circuito doble que hace falta cuando el modelo mental del mundo que comparten deja de ser adecuado. El reconocimiento de la dinámica caótica lleva a cuestionar el paradigma mental de las relaciones económicas vigente y a plantear la necesidad de cambiarlo.

En resumen, este trabajo sugiere que la teoría del caos, propuesta inicialmente en el ámbito de las ciencias naturales, proporciona un nuevo y estimulante punto de partida para el estudio de las organizaciones y las economías. Sin embargo, como ocurre siempre que se parte hacia un futuro desconocido, no podemos imaginar cómo se desarrollará el viaje, ni tampoco cuál será nuestro destino final.

## **GLOSARIO**

### *Aptitud para la adaptación*

Esta expresión describe una estrategia destinada a desarrollar y mantener una correspondencia viable entre las oportunidades y amenazas del medio externo y las aptitudes y recursos de la organización.

### *Atractor*

Un atractor vincula a un sistema con un determinado patrón de comportamiento. Puede haber atracción hacia un punto estable, hacia un ciclo regular o hacia formas de comportamiento más complejas (véase *Atractor extraño*).

### *Atractor extraño*

Se trata de un atractor que tiene múltiples puntos de atracción dentro de un espacio finito. Cuando el atractor es extraño, el comportamiento del sistema se hace inestable, pero dentro de ciertos límites (véase *Inestabilidad limitada*).

### *Coherencia a largo plazo*

Comportamiento que se manifiesta en forma ordenada en el sistema en su conjunto.

### *Dependencia sensible (de las condiciones iniciales)*

Es una característica importante del comportamiento desordenado de los sistemas dinámicos deterministas en la ciencia. A ella se debe, sobre todo, la impredecibilidad de estos sistemas, que pueden ser sensibles incluso ante cambios mínimos en el valor de sus condiciones o parámetros. Pequeñas variaciones en los parámetros inducen grandes variaciones en el comportamiento del sistema.

### *Estructuras disipadoras*

Contienen fuerzas debidas a la fricción que disipan la energía, pero la estructura queda preservada. Las estructuras disipadoras pueden evolucionar, a veces en formas imprevistas y repentinas.

### *Fractal*

Una forma fractal está compuesta por partes similares a ella, lo que significa que la estructura de éstas es semejante a la forma misma. Cada una de las partes, a su vez, está constituida por partes similares en menor escala, y así sucesivamente, en una regresión infinita. Como se puede imaginar, la matemática de estos objetos es compleja.

### *Inestabilidad limitada*

Un sistema cuya inestabilidad es limitada tiene oscilaciones complejas, pero no manifiesta un comportamiento completamente inestable.

### *Shocks (o efectos) estocásticos*

Shocks o perturbaciones externas aleatorios.

### *Turbulencia caótica*

Se produce cuando el comportamiento de un sistema está sujeto a oscilaciones inestables.

### *Turbulencia endógena*

Esta turbulencia no se debe a influencias o shocks externos, sino que forma parte del comportamiento del sistema.

### *Transición de fase*

Súbito cambio cualitativo en el comportamiento de un sistema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Anzieu, D., *The Group and the Unconscious*, Routledge and Kegan Paul, Londres, 1984.

Argyris, C., *Overcoming Organizational Defenses: Facilitating Organizational Learning*, Allyn & Bacon, Prentice Hall, Boston, Mass., 1990.

\_\_\_\_ y Schön, D., *Organizational Learning: a Theory of Action Perspective*, Addison Wesley, Reading, Mass., 1978.

Arthur, W. B., "Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events", *Economic Journal*, vol. 99 (marzo de 1989): 116-31.

\_\_\_\_, "Positive Feedbacks in the Economy", *Scientific American* (febrero de 1989): 80-85.

Artigiani, R., "Organizing the Nation: Revolution and the State", *European Journal of Operational Research*, vol. 3 (1987): 208-10.

- Barnett, W. y Chen, P., *Deterministic Chaos and Fractal Attractors as Tools of Nonparametric Dynamical Econometric Inference with an Application to the Division Monetary Aggregates*, Technical Report N° 33, Centre for Statistical Studies, University of Texas, Austin, 1986.
- Baumol, W. J., "Entrepreneurship in Economic Theory", *American Economic Review*, vol. 58 (mayo de 1968): 64-71.
- \_\_\_\_\_, "The Chaos Phenomenon: A Nightmare for Forecasters", *LSE Quarterly*, N° 1 (primavera de 1987): 99-114.
- \_\_\_\_\_, y Benhabib, J., "Chaos: Significance, Mechanism, and Economic Applications", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 3, N° 1 (invierno de 1989): 77-105.
- \_\_\_\_\_, y Wolff, E. N., "Feedback from Productivity Growth to R&D", *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 85, N° 2 (1983): 147-57.
- \_\_\_\_\_, y Quandt, R. E., "Chaos Models and their Implications for Forecasting", *Eastern Economic Journal*, vol. 11, N° 1 (1985): 3-15.
- Beck, P., *Corporate Plans for an Uncertain Future*, Shell UK, Londres, 1981.
- Beer, M., Eisenstat, R. A. y Spector, B., *The Critical Path to Corporate Renewal*, Harvard Business School Press, Boston, Mass., 1990.
- Benhabib, J. y Day, R. H., "Erratic Accumulation", *Economic Letters*, vol. 6, N° 1 (1980): 113-117.
- \_\_\_\_\_, "A Characterization of Erratic Dynamics in the Overlapping Generations Model", *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 4, N° 1 (1982): 37-55.
- Berge, P., Pomeau, Y. y Vidal, C., *Order within Chaos*, Wiley, New York, 1984.
- Bion, W. R., *Experiences in Groups and Other Papers*, Tavistock Publications, Londres, 1961.
- Boldrin, M. y Woodford, M., "Equilibrium Models Displaying Endogenous Fluctuations and Chaos: a Survey", *Journal of Monetary Economics*, vol. 25 (marzo de 1990): 189-223.
- Boulding, K. E., *Evolutionary Economics*, Sage, Beverly Hills, CA, 1981.
- \_\_\_\_\_, "The Epistemology of Complexity", *European Journal of Operational Research*, vol. 30 (1987): 110-16.
- Briggs, J. y Peat, F. D., *Turbulent Mirror*, Harper and Row, New York, 1989.
- Brock, W. A., *Overlapping Generations Model with Money and Transaction Costs*, Department of Economics Workshop series, SSRI N° 8815, University of Wisconsin-Madison, 1988.
- \_\_\_\_\_, y Sayers, C. L., "Is the Business Cycle Characterized by Deterministic Chaos?", *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, N° 1 (1988): 71-90.
- \_\_\_\_\_, y Malliaris, A., *Differential Equations, Stability and Chaos in Dynamic Economics*, North-Holland, Amsterdam, 1989.
- Buchanan, J. M. y di Pierro, A., "Cognition, Choice, and Entrepreneurship", *Southern Economic Journal*, vol. 46 (1980): 693-701.
- Bullard, J. y Butler, A., "Nonlinearity and Chaos in Economic Models: Implications for Policy Decisions", *Economic Journal*, vol. 103 (julio de 1993): 849-67.

- Burgess, S. M., "Nonlinear Dynamics in a Structural Model of Employment". En: M. H. Pesaran y S. M. Potter (comps.), *Nonlinear Dynamics, Chaos and Econometrics*, John Wiley, Chichester, Sussex, 1993.
- Cao, C. Q. y Tsay, R. S., "Nonlinear Time-Series Analysis of Stock Volatilities". En: Pesaran y Potter (comps.), 1993.
- Cartwright, T. J., "Planning and Chaos Theory", *Journal of the American Planning Association*, vol. 57 (invierno de 1991): 44-56.
- Casson, M., *The Economics of Business Culture*, Clarendon Press, Oxford, 1991.
- Chen, P., "Empirical and Theoretical Evidence of Economic Chaos", *System Dynamics Review*, vol. 4, N<sup>os</sup> 1-2 (1988): 81-108.
- Cordato, R. E., "The Austrian Theory of Efficiency and the Role of Government", *The Journal of Libertarian Studies*, vol. 4, N<sup>o</sup> 4 (otoño de 1980): 393-403.
- Cowen, T. y Ellig, J., *Koch Industries and Market-Based Management*, documento de trabajo acerca de la administración basada en el mercado, George Mason University, Fairfax, VA, 1993.
- Cunningham, S. R., *Monetary Equilibria and Chaos*, tesis para PhD, The Florida State University, 1989.
- Dana R. A. y Malgrange, P., "The Dynamics of a Discrete Version of a Growth Cycle Model". En: J. P. Ancot (comp.), *Analyzing the Structure of Econometric Models*, M. Nighoff, Amsterdam, 1984.
- Davidson, J. D. y Rees-Mogg, W., *The Great Reckoning: How the World Will Change in the Depression of 1990s*, edición revisada, Sidgwick & Jackson, Londres, 1993.
- Day, R. H., "Irregular Growth Cycles", *American Economic Review*, vol. 72, N<sup>o</sup> 3 (1982): 406-14.
- \_\_\_\_\_, "The Emergence of Chaos from Classical Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 98 (1983): 201-13.
- \_\_\_\_\_, y Shafer, W., "Keynesian Chaos", *Journal of Macroeconomics*, vol. 7, N<sup>o</sup> 3 (1985): 277-95.
- \_\_\_\_\_, y Walter, J. L., "Economic Growth in the Very Long-Run: or the Multiple Phase Interaction of Population, Technology and Social Infrastructure". En: W. Barnett, J. Geweke y K. Shells (comps.), *Economic Complexity: Chaos, Sunspots, Bubbles and Nonlinearity*, Cambridge University Press, Cambridge, Mass., 1989.
- \_\_\_\_\_, "Complex Economic Dynamics: Obvious in History, Generic in Theory, Elusive in Data". En: Pesaran y Potter (comps.), 1993.
- De Coster, G. y Mitchell, D., "Nonlinear Monetary Dynamics", *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 9, N<sup>o</sup> 4 (1991): 455-61.
- De Geus, A. P., "Planning as Learning", *Harvard Business Review* (marzo-abril de 1988): 70-74.
- Debreu, G., *Theory of Value*, Yale University Press, New Haven, CT, 1959.
- Deneckere, R. y Judd, K. L., *Cyclical and Chaotic Behavior in a Dynamic Equilibrium Model with Implications for Fiscal Policy*, CMSEMS, Discussion Paper N<sup>o</sup> 734, Northwestern University, Evanston, Ill., 1986.

- Dow, J. C. R., *The Management of the British Economy 1945-60*, Cambridge University Press, Cambridge, Mass., 1970.
- Doz, Y. L. y Prahalad, C. K., "Managing DMNCs: a Search for a New Paradigm", *Strategic Management Journal*, vol. 12 (1991): 145-64.
- Dumaine, B., "The Bureaucracy Busters", *Fortune* (17 de junio de 1991): 36-50.
- Economist, The*, "A Survey of the Frontiers of Finance" (9 de octubre de 1993).
- Ellig, J., *Internal Pricing for Corporate Services*, documento de trabajo acerca de la administración basada en el mercado, George Mason University, Fairfax, VA., 1993.
- Feigenbaum, M. J., "Quantitative Universality for a Class of Nonlinear Transformations", *Journal of Statistical Physics*, vol. 19, N° 1 (1978): 25-52.
- Fine, G., "Negotiated Order and Organizational Cultures", *Annual Review of Sociology*, vol. 10 (1984): 2239-62.
- Forrester, J. W., "Industrial Dynamics: a Major Breakthrough for Decision Making", *Harvard Business Review*, vol. 36, N° 4 (1958): 37-66.
- \_\_\_\_\_, *Industrial Dynamics*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1961.
- Frank, M., Gencay, R. y Stengos, T., "International Chaos", *European Economic Review*, vol. 32, N° 8 (1988): 1568-84.
- \_\_\_\_\_, y Stengos, T., *Measuring the Strangeness of Gold and Silver Rates of Return*, Department of Economics Discussion Paper N° 1986-13, University of Guelph, Ontario, Canadá, 1987.
- \_\_\_\_\_, "Chaotic Dynamics in Economic Time-Series", *Journal of Economic Surveys*, vol. 2, N° 2 (1988a): 103-33.
- \_\_\_\_\_, "Some Evidence Concerning Macroeconomic Chaos", *Journal of Monetary Economics*, vol. 22 (1988b): 423-38.
- \_\_\_\_\_, *Nearest Neighbor Forecasts of Precious Metals Rates of Return*, Department of Economics Discussion Paper N° 1989-2, University of Guelph, Ontario, Canadá, 1989.
- Frisch, R., *Propagation Problems and Impulse Problems in Dynamic Economics: Economic Essays in Honour of Gustav Cassel*, George Allen and Unwin, Londres, 1933.
- Gabisch, G. y Lorenz, H. W., *Business Cycle Theory: a Survey of Methods and Concepts*, Springer-Verlag, Berlín, 1989.
- Gable, W. y Ellig, J., *Introduction to Market-Based Management*, Centre for the Study of Market Processes, Fairfax, VA., 1993.
- Gleick, J., *Chaos: Making a New Science*, Penguin Books, Londres, 1987.
- Goodwin, R. M., "The Economy as an Evolutionary Pulsator", *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 7, N° 4 (1986): 341-49.
- Grandmont, J. M., "On Endogenous Competitive Business Cycles". *Econometrica*, vol. 53 (1985): 995-1045.
- \_\_\_\_\_, "Stabilizing Competitive Business Cycles", *Journal of Economic Theory*, vol. 40, N° 1 (1986): 57-76.
- \_\_\_\_\_, "Keynesian Issues and Economic Theory", *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 91, N° 2 (1989): 265-94.

- Halal, W. E., *The New Capitalism*, John Wiley, New York, 1986.
- \_\_\_\_\_, Geranmayeh, A. y Proudehnad, J., *Internal Markets: Bringing the Power of Free Enterprise inside the Organization*, John Wiley, New York, 1993.
- Haldane, J. B. S., *Possible Worlds and Other Essays*, Chatto & Windus, Londres, 1928.
- Hammer, M. y Champy, J., *Reengineering the Corporation: a Manifesto for Business Revolution*, Nicholas Brealey, Londres, 1993.
- Hampden-Turner, C., *Charting the Corporate Mind*, Free Press, New York, 1990.
- Handy, C., *The Empty Raincoat: Making Sense of the Future*, Hutchinson, Londres, 1994.
- Hanna, D. P., *Designing Organizations for High Performance*, Addison Wesley, Reading, Mass., 1988.
- Hayek, F. A., *Collectivist Economic Planning*, Routledge and Kegan Paul, Londres, 1935.
- \_\_\_\_\_, "Scientism and the Study of Society", *Economica*, vol. 9 (agosto de 1942): 2687-91.
- \_\_\_\_\_, *Individualism and Economic Order*, University of Chicago Press, Chicago, 1948.
- \_\_\_\_\_, *New Studies in Philosophy, Politics and Economics and the History of Ideas*, Routledge and Kegan Paul, Londres, 1978.
- Hicks, J. R., *Value and Capital*, Oxford University Press, Londres, 1957.
- Hirschhorn, L., *The Workplace Within: Psychodynamics of Organizational Life*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1990.
- Hodgson, G. M., *Economics and Institutions: a Manifesto for a Modern Institutional Economics*, Polity Press, Cambridge, 1988.
- Howard, R. (comp.), *The Learning Imperative: Managing People for Continuous Innovation*, Harvard Business School Press, Boston, Mass., 1993.
- Hsieh, D. A., "Testing for Nonlinear Dependence in Daily Foreign Exchange Rates", *Journal of Business*, vol. 62 (1989): 339-67.
- \_\_\_\_\_, "Chaos and Nonlinear Dynamics: Application to Financial Markets", *Journal of Finance*, vol. 46, Nº 5 (1991): 1839-77.
- Invernizzi, S. y Medio, A., "On Lags and Chaos in Economic Dynamic Models", *Journal of Mathematical Economics*, vol. 20 (1991): 521-50.
- Jacques, E., "Social Systems as a Defence against Persecutory and Defensive Anxiety". En: P. Heimann y P. Money-Kirle (comps.), *New Directions in Psychoanalysis*, Tavistock Publications, Londres, 1955. Publicado también en G. S. Gibbard, J. J. Hartman y R. D. Mann (comps.), *Analysis of Groups*, Jossey-Bass, San Francisco, 1974.
- Jantsch, E., *The Self-Organizing Universe*, Pergamon Press, Oxford, 1980.
- Jeffery, D., "Yellowstone: Fires of 1988", *National Geographic*, vol. 175, Nº 2 (1989): 255-73.
- Johannisson, B., "Organizational Networks and Innovations". En: R. Stacey (comp.), *Strategic Thinking and the Management of Change: International Perspectives on Organizational Dynamics*, Kogan Page, Londres, 1993.
- Johnson, G., *Strategic Change and Management Process*, Blackwell, Oxford, 1987.
- \_\_\_\_\_, "Rethinking Incrementalism", *Strategic Management Journal*, vol. 9 (1988): 75-91.

- Kamminga, H., "What is this Thing Called Chaos?", *New Left Review*, N° 181 (mayo-junio de 1990): 49-59.
- Kay, J., *The Foundations of Corporate Success: How Business Strategies Add Value*, Oxford University Press, Oxford, 1993.
- Kelsey, D., "The Economics of Chaos or the Chaos of Economics", *Oxford Economic Papers*, vol. 40, N° 1 (marzo de 1988): 1-31.
- Kirzner, I. M., *Competition and Entrepreneurship*, University of Chicago Press, Chicago, 1973.
- \_\_\_\_\_, "On the Method of Austrian Economics". En: E. G. Dolan (comp.), *The Foundations of Modern Austrian Economics*, Sheed and Ward, Kansas City, 1976.
- \_\_\_\_\_, *Discovery and the Capitalist Process*, University of Chicago Press, Chicago, 1985.
- Knight, F. H., *The Economic Organization*, Augustus M. Kelley, New York, 1951.
- Kolmogorov, A. N., "Local Structure of Turbulence in an Incompressible Liquid for Very Large Rayleigh Numbers", *Doklady Akademii Nauk*, URSS, vol. 30, N° 2 (1941): 299-303.
- Krugman, P., "Target Zones and Exchange Rate Dynamics", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106 (1991): 669-82.
- Lacity, M. C. y Hirshheim, R., *Information Systems Outsourcing: Myths, Metaphors and Reality*, John Wiley, Chichester, Sussex, 1993.
- Leslie, T. E. C., *Essays in Political and Moral Philosophy*, Hodges, Foster and Figgis, Dublín, 1879.
- Littlechild, S. C., *The Fallacy of the Mixed Economy: An 'Austrian' Critique of Recent Economic Thinking and Policy*, Hobart Paper N° 80, 2da. ed., Institute of Economic Affairs, Londres, 1986.
- Loasby, B. J., *Choice, Complexity, and Ignorance: an Enquiry into Economic Theory and Practice of Decision Making*, Cambridge University Press, Cambridge, 1976.
- \_\_\_\_\_, "The Entrepreneur in Economic Theory", *Scottish Journal of Political Economy*, vol. 29, N° 3 (noviembre de 1982): 235-45.
- Lorenz, E., "Deterministic Nonperiodic Flow", *Journal of the Atmospheric Sciences*, vol. 20, N° 2 (marzo de 1963): 130-41.
- Loye, D. y Eisler, R., "Chaos and Transformation: Implications of Nonequilibrium Theory for Social Science and Society", *Behavioral Science*, vol. 32 (enero de 1987): 53-65.
- Lucas, R. E., Jr., "An Equilibrium Model of the Business Cycle", *Journal of Political Economy*, vol. 83 (1975): 985-92.
- \_\_\_\_\_, *Studies in Business Cycle Theory*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1981.
- Lyapunov, A. M., *Obshchaya Zadacha ob Restoichivisti Dvizheniya (The General Stability of Motion)*, Gostekhlizdat, Moscú-Leningrado, 1892, publicado nuevamente en 1950.
- Malabre, A. L., Jr., *Lost Prophets*, Harvard Business School Press, Boston, Mass., 1993.
- Malthus, T. R., *An Essay on the Principle of Population as it Affects the Future Improvement of Society* (5ª ed., 19?), Richard D. Irwin, Homewood, Ill., 1817.

- Mandelbrot, B., *The Fractal Geometry of Nature*, Freeman, New York, 1977.
- McCaffrey, D., Ellner, S., Gallant, A. y Nychka, D. "Estimating the Lyapunov Exponent of a Chaotic System with Nonparametric Regression", *Journal of the American Statistical Association*, vol. 87, N° 419 (1992): 682-95.
- Medio, A., "Continuous-Time Models of Chaos in Economics", *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 16 (julio de 1991): 115-51.
- \_\_\_\_ (en colaboración con G. Gallo), *Chaotic Dynamics: Theory and Applications to Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1992.
- Menzies, I., "A Case Study in the Functioning of Social Systems as a Defence against Anxiety". En: A. Coleman y W. H. Bexton (comps.), *Group Relations Reader*, Grex, Sausalito, California, 1975.
- Meyerson, D. y Martin, J., "Cultural Change: an Integration of Three Different Views", *Journal of Management Studies*, vol. 24 (1987): 623-47.
- Miller, D. y Friesen, P. H., "Momentum and Revolution in Organizational Adaptation", *Academy of Management Journal*, vol. 23 (1980): 591-614.
- \_\_\_\_ y de Vries, K., *The Neurotic Organization*, Jossey Bass, San Francisco, 1987.
- \_\_\_\_, *The Icarus Paradox: How Excellent Organizations Can Bring about their Own Downfall*, Harper Business, New York, 1990.
- Miller, E., "The Human Dynamic". En: R. Stacey (comp.), *Strategic Thinking and the Management of Change: International Perspectives on Organizational Dynamics*, Kogan Page, Londres, 1993.
- Mintzberg, H., *The Rise and Fall of Strategic Planning*, Prentice Hall, Londres, 1994.
- Mitchell, W. C., *Government as It Is*, Hobart Paper N° 109, Institute of Economic Affairs, Londres, 1988.
- Mokey, B. W., *Entrepreneurship and Public Policy: Can Government Stimulate Business Startups?*, Quorum Books, Westport, Conn., 1988.
- Morgan, G., *Imaginization: the Art of Creative Management*, Sage, Londres, 1993.
- Nohria, N. y Eccles, R. G., *Networks and Organizations: Structure, Form and Action*, Harvard Business School, Boston, Mass., 1993.
- Nonaka, I., "Creating Organizational Order Out of Chaos: Self-Renewal in Japanese Firms", *California Management Review* (primavera de 1988): 57-93.
- Odiorne, G. S., "Chaos in Management", *Manage*, vol. 43, N° 1 (1991): 4-7.
- Okimoto, D. I., *Between MITI and the Market: Japanese Industrial Policy for High Technology*, Stanford University Press, Stanford, Cal., 1989.
- Park, Y.-B., *Testing for Chaos in the Foreign Exchange Market*, documentos de trabajo sobre comercio, WPC 91/31, Department of Commerce, University of Birmingham, 1991.
- Parker, D., "Privatisation and the International Business Environment". En: S. Segal-Horn (comp.), *The Challenge of International Business*, Kogan Page, Londres, 1994.
- \_\_\_\_ y Stead, R., *Profit and Enterprise: the Political Economy of Profit*, Harvester/Wheatsheaf, Londres, y St. Martin's Press, New York, 1991.
- Pascale, R. T. (1990), *Managing on the Edge: How Successful Companies Use Conflict to Stay Ahead*, Viking Penguin, Londres, 1992.

- Pasour, E. C., Jr., "Cost and Choice - Austrian vs Conventional Views", *Journal of Libertarian Studies*, vol. 2, N° 4 (1978): 327-36.
- Peitgen, H.-O. y Richter, P. H., *The Beauty of Fractals*, Springer-Verlag, Berlín, 1986.
- Penrose, R., *The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Minds and the Laws of Physics*, Oxford University Press, Oxford, 1989.
- Perry, L. T., Stott, R. G. y Smallwood, W. N., *Improvising Team-Based Planning for a Fast Changing World*, John Wiley, Chichester, Sussex, 1993.
- Pesaran, M. H. y Potter, S. M. (comps.), *Nonlinear Dynamics, Chaos and Econometrics*, John Wiley, Chichester, Sussex, 1993.
- \_\_\_\_\_, "Nonlinear Dynamics, Chaos and Econometrics: an Introduction". En: Pesaran y Potter (comps.), 1993.
- Pesaran, M. H. y Samiei, H., "Estimating Limited-Dependent Rational Expectations Models with an Application to Exchange Rate Determination in a Target Zone", *Journal of Econometrics*, vol. 53 (1992): 141-63.
- Peters, E. E., *Chaos and Order in the Capital Markets: a New View of Cycles, Prices and Market Volatility*, John Wiley, New York, 1991.
- \_\_\_\_\_, *Fractal Market Analysis*, John Wiley, Chichester, Sussex, 1994.
- Peters, T., *Thriving on Chaos: Handbook for a Management Revolution*, Macmillan, Londres, 1987.
- y Waterman, R. H., *In Search of Excellence*, Harper and Row, New York, 1982.
- Popper, K. R., *The Logic of Scientific Discovery*, Hutchinson, Londres, 1972.
- Porter, M., *Competitive Strategy*, Free Press, New York, 1980.
- \_\_\_\_\_, *Competitive Advantage*, Free Press, New York, 1985.
- \_\_\_\_\_, *The Competitive Advantage of Nations*, Macmillan, Londres, 1990.
- Prigogine, I., *From Being to Becoming*, Freeman, San Francisco, 1980.
- \_\_\_\_\_, y Stengers, I., *Order out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*, Bantam Books, New York, 1984.
- \_\_\_\_\_, "Exploring Complexity". En: P. W. Anderson, K. J. Arrow y D. Pines (comps.), *The Economy as a Complex Evolving System: The Proceedings of the Evolutionary Paths of the Global Economy Workshop, September 1987, Santa Fe*, Addison-Wesley, Redwood City, Cal., 1988.
- Prokopenko, J. y Pavlin, I., *Entrepreneurship Development in Public Enterprises*, Management Development Series N° 29, ILO, Ginebra, 1991.
- Quinn, J. B., "Strategic Change: Logical Incrementalism", *Sloan Management Review*, vol. 1, N° 20 (otoño de 1978): 7-21.
- \_\_\_\_\_, *Strategies for Change: Logical Incrementalism*, Richard D. Irwin, Homewood, Ill., 1980.
- Rand, D., "Exotic Phenomena in Games and Duopoly Models", *Journal of Mathematical Economics*, vol. 5 (1978): 173-84.
- Richards, D., "Is Strategic Decision Making Chaotic?", *Behavioral Science*, vol. 35 (1990): 219-32.
- Richardson, G. B., *Information and Investment*, Oxford University Press, Oxford, 1963, reimpresso en 1990.

- Roser, J. B., Jr., "Chaos Theory and the New Keynesian Economics", *The Manchester School*, vol. 58, Nº 3 (1990): 265-91.
- Ruelle, D. y Takens, F., "On the Nature of Turbulence", *Communications in Mathematical Physics*, vol. 20, Nº 3 (1971): 167-92.
- Samuelson, P., "Interactions Between the Multiplier Analysis and the Principle of Acceleration", *Review of Economic Studies*, vol. 21 (1939): 75-78.
- Sayers, C., *Work Stoppages: Exploring the Nonlinear Dynamics*, documento de trabajo, Department of Economics, University of Houston, 1986.
- Senge, P. M., *The Fifth Discipline: the Art and Practice of the Learning Organization*, Doubleday Currency, New York, 1990.
- Shackle, G. L. S., *Decision, Order and Time*, Cambridge University Press, Cambridge, 1961.
- \_\_\_\_\_, *Epistemics and Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1972.
- \_\_\_\_\_, "Means and Meaning in Economic Theory", *Scottish Journal of Political Economy*, vol. 29, Nº 3 (noviembre de 1982): 223-34.
- \_\_\_\_\_, "The Bounds of Unknowledge". En: J. Wiseman (comp.), *Beyond Positive Economics?*, Macmillan, Londres, 1983.
- Scheinkman, J. A., "Nonlinearities in Economic Dynamics", *The Economic Journal*, vol. 100 (1990): 33-48.
- \_\_\_\_ y LeBaron, B., *Nonlinear Dynamics and GNP Data*, documento de trabajo, Department of Economics, University of Chicago, 1987.
- \_\_\_\_\_, "Nonlinear Dynamics and Stock Returns", *Journal of Business*, vol. 62, Nº 3 (1989): 311-37.
- Schumpeter, J. A., *The Theory of Economic Development*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1934.
- \_\_\_\_\_, *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper, New York, 1942.
- Schuster, H. G., *Deterministic Chaos: An Introduction*, VCH, New York y Weinheim, 1989.
- Schwartz, H. S., *Narcissistic Process and Organizational Decay: the Theory of the Organizational Ideal*, New York University Press, New York, 1990.
- Simon, H. A., *Administrative Behaviour*, Free Press, New York, 1957.
- \_\_\_\_\_, *The New Science of Management Decisions*, Harper Brothers, New York, 1960.
- Smale, S., "Diffeomorphisms with many Periodic Points". En: S. S. Cairns (comp.), *Differential and Combinatorial Topology*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1963.
- \_\_\_\_\_, *The Mathematics of Time: Essays on Dynamical Systems, Economic Processes and Related Topics*, Springer-Verlag, New York, 1980.
- Stacey, R., *The Chaos Frontier: Creative Strategic Control for Business*, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1991.
- \_\_\_\_\_, *Managing the Unknowable: the Strategic Boundaries between Order and Chaos*, Jossey Bass, San Francisco, 1992; publicado en el Reino Unido con el título de *Managing Chaos: Dynamic Business Strategies in an Unpredictable World*, Kogan Page, Londres, 1992.

- \_\_\_\_\_, *Strategic Management and Organizational Dynamics*, Pitman, Londres, 1993.
- Stewart, I., *Does God Play Dice? The Mathematics of Chaos*, Blackwell, Oxford, 1989.
- Stiglitz, J. E., "Information and Economic Analysis: a Perspective", *Economic Journal* (documentos de una conferencia), vol. 95 (1985): 21-41.
- Terasvirta, T. y Anderson, H. M., "Characterizing Nonlinearities in Business Cycles using Smooth Transition Autoregressive Models". En: Pesaran y Potter (comps.), 1993.
- Thompson, J. D. y Tuden, A., "Strategies, Structures and Processes of Organizational Decisions". En: J. D. Thompson y col. (comps.), *Comparative Studies in Administration*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, 1959.
- \_\_\_\_\_, *Organizations in Action*, McGraw-Hill, New York, 1967.
- Town, R. J., "Merger Waves and The Structure of Merger and Acquisition Time Series". En: Pesaran y Potter (comps.), 1993.
- Tsoukas, H., "The Missing Link: a Transformational View of Metaphors in Organizational Science", *Academy of Management Review*, vol. 16, Nº 3 (1991): 566-85.
- Wack, P., "Scenarios, Shooting the Rapids", *Harvard Business Review* (noviembre-diciembre de 1985): 139-50.
- Waldrop, W. M., *Complexity: the Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*, Penguin, Londres, 1994. Editado en el Reino Unido por Simon and Schuster, 1992.
- Wiggins, S., *An Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos*, Springer-Verlag, New York, 1990.
- Williamson, O. E., *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*, Free Press, New York, 1975.
- \_\_\_\_ y Winter, S. G. (comps.), *The Nature of the Firm: Origins, Evolution and Development*, Cambridge University Press, Cambridge, 1991.
- Wiseman, J. (comp.), *Beyond Positive Economics*, Macmillan, Londres, 1983.
- Witt, U., "Turning Austrian Economics into an Evolutionary Theory". En: B. Caldwell y S. Boehm (comps.), *Austrian Economics: Tensions and New Development*, Kluwer Academic Press, Boston, Mass., 1991.
- Zarnowitz, V., "Recent Work on Business Cycles in Historical Perspective", *Journal of Economic Literature*, vol. 23 (1985): 523-80.
- Zimmerman, B., *Chaos and Self-Renewing Organizations: Designing Transformation Processes for Co-Evolution*, documento de trabajo 29-92, Faculty of Administration, York University, Ontario, Canadá, 1992.
- \_\_\_\_ y Hurst, D. K., *Breaking the Boundaries: the Fractal Organization*, documento de trabajo 309-92, Faculty of Administration, York University, Ontario, Canadá, 1992.