



Reinterpretando la gestión del sistema sanitario desde las teorías de la complejidad y el caos

Reinterpreting the management of the health system from the point of view of the theories of complexity and chaos

■ José R. Repullo Labrador

Resumen

Las concepciones cartesianas y racionalistas dominantes en el sector sanitario y en el entorno público han ido perdiendo capacidad explicativa y suponen una rémora para ensayar nuevas perspectivas de gestión; se busca en los nuevos marcos teóricos de la complejidad y el caos nuevas líneas de conceptualización y actuación sobre una realidad donde dominan interacciones y cambios.

Palabras clave

Teoría del caos. Gestión sanitaria. Fractales.

Abstract

The Cartesian and rationalist concepts which dominate the health and public sectors have been losing their explanatory capacity and as a result have become a hinderance for possible new management ideas. New theoretical frameworks based on complexity and chaos could provide renewed approaches for conceptualization and action when reality is characterized by change and interaction.

Key words

Theory of chaos. Health Management. Fractals.

El autor es Jefe del Departamento de Planificación y Economía de la Salud de la Escuela Nacional de Sanidad, Instituto de Salud Carlos III, Madrid. Correspondencia: jrepullo@isciii.es.

■ A modo de introducción, ¿por qué necesitamos cambiar la forma de pensar, si el racionalismo es tan atractivo intelectualmente?

*Life is what happens to you while you're busy
making other plans*

John Lennon

Algunos podrían pensar que es cuestión de modas. Y evidentemente, la enorme difusión e impacto que en las últimas tres décadas están teniendo las teorías de la complejidad y el caos podría en parte deberse a ello; incluso el gran público tuvo ocasión de disfrutar de una película y un *best-seller* (*Parque Jurásico*), donde Michael Crichton puso en juego estas teorías para basar la imposibilidad de que los humanos controlen los sistemas complejos¹.

Pero por encima de las modas se encuentra una necesidad. Una poderosa necesidad que surge de la creciente insuficiencia del modo de pensar racionalista para entender y actuar en el mundo actual.

Tenemos muchos ejemplos; uno cercano: la práctica clínica. Intentemos aplicar guías y protocolos a enfermos reales, y veremos cómo la complejidad rebasa rápidamente los márgenes previstos, hasta el punto de tener que reflexionar sobre el significado y alcance de la "medicina basada en la evidencia" (1).

Como seres prácticos, tendemos a incorporar empíricamente conductas que nos permiten adaptarnos a nuestro entorno; pero no siempre nuestra forma de pensar cambia e incorpora los elementos de la realidad, por lo que con frecuencia nos encontramos actuando de una forma y concibiendo la realidad de otra. ¿Qué pasa cuando práctica y teoría están en conflicto?: si domina la práctica se genera ansiedad (por ejemplo, en el médico que toma decisiones pragmáticas con grandes dudas diagnósticas o terapéuticas y vive la incertidumbre como fallo o fracaso); y si domina la teoría se producen errores de aplicación que a veces tardan mucho en ser detectados y corregidos (multitud de actuaciones "sensatas" desde la perspectiva teórica, que se convierten en contraproducentes cuando se evalúan en la práctica, como por ejemplo la aplicación de terapia hormonal sustitutiva para mujeres en la menopausia [2]).

Esta falta de armonía lleva también a que la experiencia no sea garantía de un mejor conocimiento de la realidad; suele decirse que hay personas con 20 años de experiencia, y otras con la experiencia de 1 año repetida 20 veces.

¹ Es fácil recordar la imagen del pesimista Malcom, matemático del caos el cual anunció que algo saldría mal en aquella isla convertida en un gran parque temático lleno de peligrosos dinosaurios; al final su pronóstico fatalista, basado en que un sistema complejo no podía controlarse plenamente desde la racionalidad, se confirmó al desencadenarse la tragedia porque un informático que se sentía mal pagado decidió fugarse con especímenes valiosos, dejando las verjas abiertas.

Toca por lo tanto revisar nuestra forma de concebir la realidad, pues el modelo dominante hasta ahora se revela cada vez más insuficiente; en efecto, el paradigma mecanicista y *constructivista* tiende a ver el universo como un reloj, y a pensar que los problemas grandes pueden fragmentarse en problemas más pequeños, los cuales son susceptibles de ser analizados y resueltos por deducción racional. "Reduce y resolverás" podría ser la enseña del racionalismo (cartesiano y reduccionista).

Cuando desde el racionalismo determinista volvemos los ojos a la realidad, nos encontramos que los comportamientos que predecimos para los sistemas no se cumplen, pues hay "ruido" o "azar", y que las intervenciones que proponemos nunca acontecen como estaba previsto, pues hay "distorsiones" y "efectos secundarios"; la realidad es testaruda: frustra nuestros deseos e ilusiones, y contraviene el dictado de nuestro aparato cognitivo. ¿Será pues "el caos" lo que nos amenaza?

El caos como término ha gozado de mala prensa; para los clásicos griegos (Hesiodo), éste era el estado original del mundo; caos y orden aparecen como términos antagónicos, y Kant directamente empareja el caos y el desorden (3). El desorden que subyace se nos manifiesta como azar, y no nos revela patrones. Sin embargo, el caos sería el estado aparente de desorden o irregularidad, pero en el cual reina un determinismo estricto que podremos entrever con patrones o regularidades, aunque su configuración sea difícilmente aprensible y el comportamiento sea difícil de predecir debido a la naturaleza primitiva de los modelos matemáticos actuales y de la tecnología informática de que hoy disponemos.

El objeto de este trabajo consiste en visitar algunas ideas provenientes de la teoría de los sistemas complejos adaptativos y de la teoría del caos (ésta a veces se considera una subteoría de la primera), y reflexionar sobre su capacidad de mejorar nuestra forma de entender las organizaciones y sistemas en los que vivimos y trabajamos, sobre la posibilidad de tener nuevos enfoques para anticipar o predecir el futuro, y finalmente, sobre la manera en la cual podemos ganar maestría en el control y provecho del mundo en el que nos movemos.

Sistemas complejos adaptativos. Cómo impugnar la visión dominante del mecanicismo reduccionista

Un sistema complejo adaptativo sería un conjunto de agentes individuales, con libertad de acción, no totalmente previsible, y cuyas acciones están interconectadas (4); algunos añaden que estos individuos son inteligentes, con intereses individuales, y sin sentido de globalidad (referido al sistema). Por supuesto, que la inteligencia y la globalidad pueden variar según los niveles de integración de los agentes individuales que componen los sistemas: las células, las hormigas, las personas, las organizaciones, los países, etcétera. Los gérmenes presentan un comportamiento adaptativo a través de la resistencia a los antibióticos, que configura un sistema complejo (que resulta un rompecabezas y una pesadilla para la ciencia y la práctica médica).

Estos sistemas también reciben el nombre de "sistemas abiertos", pues la complejidad proviene precisamente de los distintos niveles de agregación e interacción en la conducta de los

individuos y grupos. En la figura 1 vemos cómo a la relación nuclear de Paciente-Médico se van agregando componentes como el asegurador, configurando un sistema (triángulo) de aseguramiento colectivo de riesgos de salud; sobre este triángulo se pueden ir agregando desde cada vértice otros sistemas que influyen en el primero; así el asegurador participa con el regulador (Estado) y los afiliados al seguro (cotizantes) en un subsistema de recaudación y asignación de fondos económicos; el médico a su vez entra en un subsistema de relaciones profesionales y científicas; y el paciente se incluye en otro de relación con la familia (cuidados informales) y la sociedad (cultura y valores), etcétera.

Los sistemas complejos adaptativos fueron claramente anticipados desde la teoría o enfoque de sistemas (de hecho podría decirse que es otra forma de explicarla y articularla).

Pero mientras que el enfoque de sistemas enfatiza la generación de nuevas realidades a través de la interacción (el todo es mucho más que la suma de las partes), el mensaje central de la teoría de la complejidad nos dice que las partes que están dentro de un todo pueden, a través de su acción alienada y atomizada, aportar una capacidad de adaptación (y supervivencia) a cambios del entorno de la que no es capaz el conjunto del sistema si funciona en clave de decisión centralizada y racional.

En términos prácticos, la ventaja de visualizar y configurar nuestras organizaciones como "sistemas complejos adaptativos" es que aumentamos las posibilidades de salir adelante cuan-

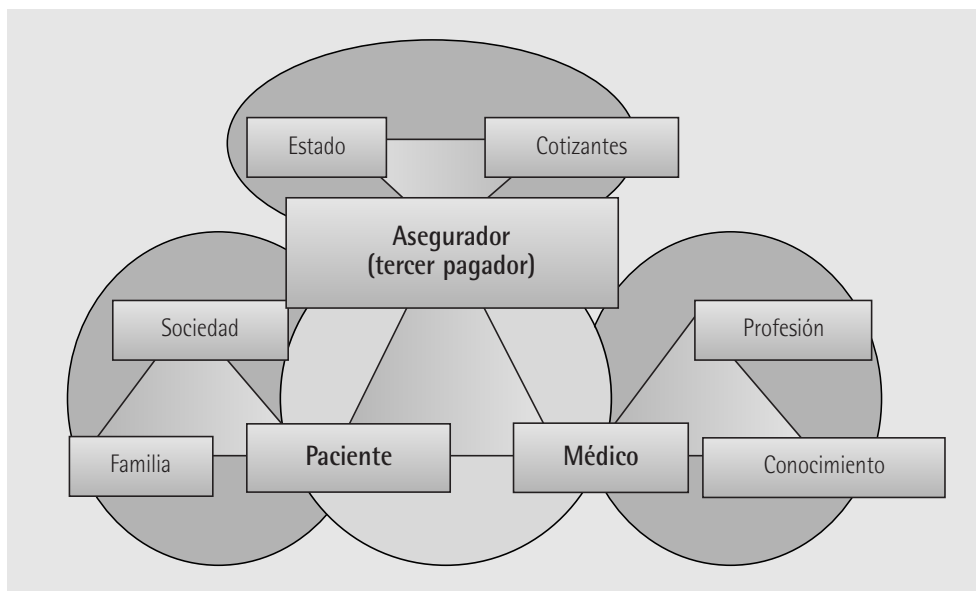


Figura 1. Ejemplo de sistemas complejos adaptativos.

do los cambios del entorno superan la capacidad de análisis, anticipación y control por parte de los mecanismos jerárquicos o de control central de los sistemas. Esta podría ser la diferencia entre un modelo de ejército y guerra convencional, y otro basado en la guerrilla y la resistencia a la ocupación por grupos muy autónomos.

Conexionismo. Redes y jerarquía: buscando nuevas formas de concebir y trabajar en las organizaciones

Esta mala traducción del *connectionism* se refiere a un tipo de análisis de las organizaciones en el que se examina la forma en la que los distintos elementos o actores de un sistema se relacionan unos con otros. Su origen está en la "teoría de redes", donde se parte de una definición de red como un *conjunto de elementos conectados donde dos elementos cualesquiera pueden relacionarse por más de una ruta*. En la figura 2 se muestran dos redes A y B unidas por un enlace; la B está saturada pues todas las rutas o relaciones entre elementos son posibles, mientras que la A no lo está. Los enlaces pueden representar relaciones bilaterales o mutuas (en los dos sentidos) o ser "no recíprocas" (vector de un elemento a otro).

El análisis de redes se orienta a estudiar tanto las arquitecturas de relación entre elementos (por ejemplo, redes sociales, familiares, escolares, etcétera) como los contenidos que fluyen por los circuitos (por ejemplo, información).

Aparte de la utilización como instrumento heurístico en psicología social, otras aplicaciones del análisis de redes podrían ser algunas herramientas de diagramas de relación o causalidad (5), especialmente útiles en modelos de génesis multicausal de la enfermedad en pre-

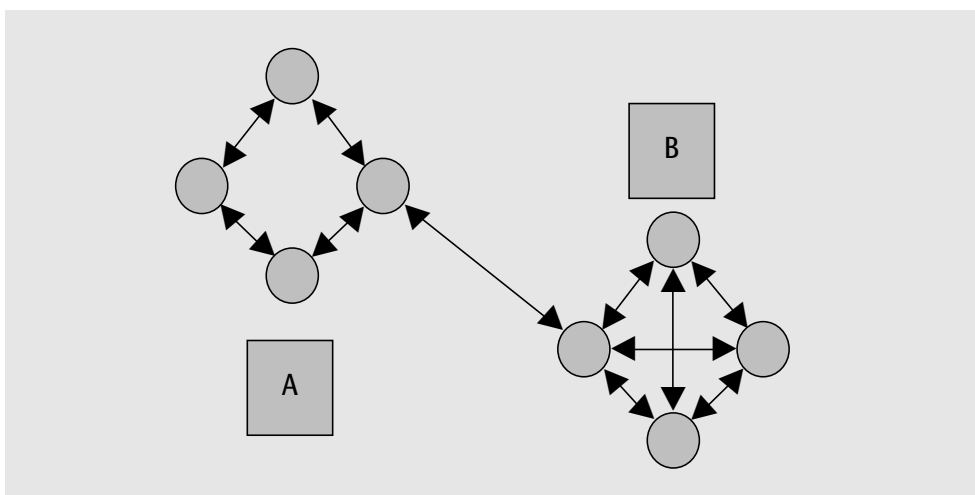


Figura 2. Ejemplo simplificado de redes.

sencia de múltiples factores "confusores". En el ámbito de la computación se ha aplicado para facilitar el trabajo en paralelo de procesos.

Los sistemas de redes pueden complicarse mucho; por ejemplo con la arquitectura neuronal, en la cual las "dendritas" recibirían distintas señales, y si su intensidad o simultaneidad fuera suficiente, se dispararía una señal que activaría a través del axón otras "neuronas". Estos modelos reciben el nombre de redes neuronales artificiales (ANN) y su uso es creciente en modelos de inteligencia artificial (por ejemplo, en *software* de reconocimiento de voz, o en reconocimiento de patrones celulares atípicos [6]).

El conexionismo también nos está indicando que en las organizaciones complejas la organización (la logística) es esencial; por ejemplo, la calidad de la medicina moderna ya no es tanto el resultado de la excelencia de un individuo portentoso como de equipos de buenos profesionales cohesionados y motivados, y que son capaces de visualizar la enfermedad y el paciente de forma longitudinal.

En el ámbito de la empresa el conexionismo lanza un mensaje de fomento de la conectividad: así en la experiencia del TEC-Humberside (7) todos pueden y deben hablar con todos (preferiblemente cara a cara), se crean espacios físicos para el encuentro, se permiten momentos para la interacción, y se defiende el principio de que la información es de todos y debe ser compartida.

Teoría del caos. Caos no significa desorden

El desarrollo de las matemáticas y la informática permiten encontrar dentro del desorden una serie de patrones de regularidad; el caos empieza a cobrar forma: un nuevo tipo de orden, mucho más precario y difícil de aprehender y formalizar, y por supuesto mucho más difícil de manejar, al menos desde la perspectiva racionalista.

Con independencia de las características más específicas de la teoría del caos que se abordan en los puntos siguientes, exponemos a continuación algunas orientaciones y aplicaciones generales desde la propia teoría:

- a) Es necesario asumir que una cierta cantidad de inestabilidad es necesaria en todo sistema. Por ejemplo en el binomio salud-enfermedad; clásicamente hemos visto a la enfermedad como una alteración o pérdida de orden, pero también la podríamos entender como un orden más "osificado" (espondilartrosis, trastorno obsesivo, etcétera), o una preponderancia excesiva de reacciones desordenadas (alergia-asma): los latidos cardíacos se activan por una secuencia fractal caótica (luego comentaremos la fractalidad); en relación con ésta, la fibrilación auricular puede considerarse más ordenada y regular (aunque menos deseable); y finalmente, la parada cardíaca podría considerarse el estadio de mayor orden (camino de la paz final en el cementerio...) (8).
- b) Por ello, debemos abdicar de la *pulsión de control* que proviene tanto del pensamiento racional como de los esquemas organizativos jerárquicos o paternalistas (científicos,

políticos, gestores, médicos, etcétera), ya que el control (entendido como la reducción sistemática del desorden y la defensa del *status quo*) lleva a dificultades crecientes de adaptación al entorno, y esto resulta peligroso cuando el entorno entra en cambios rápidos (preguntar a los dinosaurios...).

- c) Y un corolario importante: los análisis estratégicos (los conocidos DAFO) deberían considerar en las dimensiones tradicionales externas (amenazas y oportunidades) y en las internas (debilidades y fortalezas) si la naturaleza del problema externo e interno se asocia más a la rigidez o exceso de orden (por ejemplo, escaso dinamismo de la economía, o esclerosis burocrática de la organización), o al desorden excesivo (por ejemplo, corrupción e inseguridad jurídica, o conflictos de intereses de empleados que tienen connivencias con agentes externos).

Fractales y arquitectura interna de los sistemas. Fractalidad: lo macro que vive en lo micro, y lo micro que influye en lo macro

Fractal viene de fraccional, y se refiere a ecuaciones, figuras o modelos extremadamente simples, que a través de su iteración, plegamiento, o combinación dan lugar a estructuras muy complejas y sofisticadas; las estructuras complejas desvelan su fractalidad cuando observamos atributos de autosimilitud. Ejemplos cercanos los tenemos en la genética y la embriología; las hojas de los árboles muestran la fractalidad típica de cada especie².

La fractalidad se expresa también como patrones de regularidad, que nuestra mente es capaz de identificar a través de la capacidad inductiva de la que está dotada para reconocerlos. Estos patrones de regularidad, cuando los identificamos en el comportamiento dinámico de un sistema, reciben el nombre de "atractores" ("atraerían" su conducta y por tanto tenderían a ordenar dicho sistema); por ello los atractores permiten una comprensión bastante sencilla de lo que *a priori* parece un comportamiento muy complejo (9).

Aparte del uso práctico de los fractales en el *software* de compresión, en los efectos especiales y en diseños artísticos, existen algunas consideraciones que desde este concepto de fractalidad pueden ser también de gran utilidad:

- a) Dado que lo macro expresa la fractalidad de lo micro, debemos tender un puente entre ambos mundos, que suelen vivir en esferas conceptuales y teóricas muy apartadas; por ejemplo, las técnicas cualitativas con un grupo pequeño de personas pueden abrirnos mucho más a la comprensión de una realidad macro compleja que una enorme encuesta estadística (imaginemos una serie de entrevistas en profundidad a médicos para ver por qué están cada vez menos motivados con su profesión...).

² Como una imagen vale más que mil palabras, invitamos a los lectores a entrar en cualquier buscador (google-imágenes) con la palabra "fractal", y seguro que encontrará centenares de ejemplos.

- b) El concepto de fractalidad, regularidad y atractores debería ayudarnos a separar el trigo de la paja, e intentar identificar similitudes (*similaridades*) en lo sustancial y a desechar diferencias no relevantes, o relacionadas con particularidades de otro ámbito distinto al de interés en cada caso; por ejemplo, puede ser útil indagar los patrones de cambio y reforma en los sistemas sanitarios de la Europa occidental, pues siendo muy diferentes, tuvieron una *evolución convergente*³ ante presiones similares del entorno (10).
- c) Dado que las regularidades se desvelan en función de la perspectiva del observador, una conclusión práctica sería que los sistemas de información que representan a un sistema deberían estructurarse de forma que permitiera acumular mucha información y en un formato que permita responder a preguntas muy diversas (es lo que suele llamarse "repositorios de información" o *data warehouse*); además, están apareciendo una serie de técnicas de análisis cuantitativo que buscan desvelar las "regularidades" que están escondidas en el aparente desorden (caos como desorden sólo aparente); por ejemplo, tendríamos los instrumentos de minería de datos (*data mining*) y también los modelos de frontera para buscar comparaciones inductivas entre elementos de un sistema en función de su comportamiento (definido en la relación de *inputs* con *outputs*), siendo el más conocido el DEA –*data envelopment analysis*–, cuyo uso se ha extendido desde el estudio de eficiencia en unidades, hospitales e incluso sistemas sanitarios (11). De forma más general, Berwick ha llamado la atención sobre el subdesarrollo de las técnicas de interpretación de información en Medicina, apostando por una alianza entre medicina e ingeniería (12).

Autosimilaridad. El parecido de cosas completamente diferentes

Fisher y Psy en 1971 encontraron que un tipo de ecuación (logística) se ajustaba a sistemas muy diferentes, como la evolución de la bolsa de productos financieros, el aprendizaje del lenguaje en los niños, los ciclos de descubrimiento, invención e innovación, etcétera (13); Mandelbrot, empleado de IBM, encontró un patrón diario y semanal que se repetía en la fluctuación del precio del algodón. Hay muchos parecidos curiosos, entre los cuales estaría el número "fi" (razón áurea o divina proporción), que se encuentra ampliamente en la naturaleza y que se postula como fractal con capacidad de generar sensaciones estéticas agradables en la percepción visual.

La autosimilaridad que desvelan los sistemas complejos adaptativos parecería indicar que "dios no juega a los dados" sino que en el diseño más elemental del universo se han usado reglas (fractales) enormemente sencillas, que aunque luego lleguen a una enorme diversidad por la interacción, mantienen como huella de su simplicidad original estos atributos de curiosa coincidencia de autosimilaridad.

³ En biología se habla de evolución convergente cuando, por ejemplo, insectos, pájaros y murciélagos desarrollan la misma estructura (alas) para volar desde orígenes ancestrales diferentes.

Esta característica de los sistemas caóticos puede tener algunas utilidades explicativas:

- a) Por una parte, puede proveer metáforas útiles que faciliten la explicación y comunicación de patrones de comportamiento de sistemas complejos⁴; la propia semántica nos indica que existen relaciones útiles entre el significante y diversos significados que pueden invocar elementos de autosimilaridad (por ejemplo, la palabra "cristalizar", como término físico —una sal que cristaliza—, y como término aplicable a lo organizativo —cristalización como consolidación o *internalización* de un proceso de cambio en una institución).
- b) Por otra parte, la búsqueda de modelos explicativos en dimensiones de realidad lejanas puede ser una técnica que se use intencionalmente para estimular la creatividad y el pensamiento divergente (por ejemplo, en fábulas empresariales de notable éxito editorial como la del ratón que se preguntaba quién se ha llevado su queso [14]).

Sensibilidad a las condiciones iniciales. En cada momento se abren y se cierran oportunidades de acción

Este elemento de la teoría del caos fue el primero en ser analizado. En 1961, un meteorólogo llamado Lorentz ensayaba 12 ecuaciones para predecir el clima, y al intentar reiniciar una secuencia en un punto temporal introdujo por comodidad en la variable 3 decimales menos (0,506 en vez de 0,506127); este cambio insignificante, a lo largo de sucesivas iteraciones del sistema de ecuaciones, produjo un cambio tremendo en la configuración de la curva (15).

Este fenómeno es lo que se ha llamado "sensibilidad a las condiciones iniciales", concepto que el propio Lorentz enunció como el conocido efecto mariposa: "¿puede el batir de alas de una mariposa en Brasil provocar un tornado en Texas?" (16).

Habría tres consideraciones relativas a la aplicación de este principio:

- a) Prestar atención a algunos elementos "micro" que puedan ser muy influyentes en el desarrollo de procesos; de hecho, en planificación los planes de contingencia tienden a sobreasegurarse en elementos o procesos que pueden tener una influencia crítica⁵.
- b) Estar atento y aprovechar las "ventanas de oportunidad"; en los sistemas complejos adaptativos, la variable temporal abre y cierra oportunidades para el éxito de las intervenciones; por lo tanto son sistemas muy sensibles al *timing* u oportunidad temporal en el desarrollo de proyectos; un ejemplo típico y sencillo es la iniciación de políticas o

⁴ Sirva como ejemplo un tanto trivial este dicho: "la información es al político, como la farola es al borracho... no le sirve para iluminar el camino, sino sólo para apoyarse".

⁵ Hay un aforismo muy conocido que dice: "por un clavo se perdió la herradura; por la herradura se perdió el caballo; por el caballo se perdió el caballero, por el caballero se perdió la batalla, por la batalla se perdió la guerra, y por la guerra se perdió el reino... por un clavo se perdió el reino".

programas en relación con el momento de la legislatura: aquellos cambios que supongan consumo de tiempo o acumulación de poder necesitarían situarse al inicio de la misma, momento en que hay tiempo por delante y se tiene reciente y poco desgastado el apoyo político electoral.

- c) Y finalmente, dado que este fenómeno nos sitúa ante la imposibilidad de controlar la variable temporal (¿quién sabe si lloverá mañana?), también nos indicaría la necesidad de cambiar la actitud y "dar la bienvenida a la sorpresa", dejando que tanto nosotros como nuestras organizaciones aprendamos a aprovechar y a crecer con lo inesperado (17).

No linealidad de los sistemas. Pequeñas causas que dan lugar a grandes consecuencias

Desde el cálculo newtoniano los modelos lineales nos han acompañado gozando de gran reputación; cuando la realidad no es lineal, lo que hacemos es una regresión para forzarla a que encaje en una fórmula (por ejemplo, las líneas de regresión o la distribución normal). En el mundo de la ingeniería, se calculan *inputs* y *outputs* en los procesos de producción, se modelizan las fórmulas, y cuando la realidad se aleja de lo que éstas predicen, hablamos de "ruido". Como se ha comentado, es precisamente este ruido, este azar no explicado, el que constituye la materia prima del enfoque del caos.

Los modelos no lineales responden a sistemas de ecuaciones más complejas, aunque a veces la representación matemática sea simple (como la conocida $z_{n+1} = z_n^2 + c$ o ecuación de Mandelbrot⁶). Lorentz describe un sistema de ecuaciones que produce un dibujo también muy conocido, en el cual hay un patrón orbital elíptico que a partir de un punto "salta" a un bucle en otra dimensión mucho más compleja para volver al plano previo (18). Hay puntos críticos de inflexión donde la linealidad se rompe y acontece una turbulencia que altera la respuesta del sistema.

La característica anterior (sensibilidad a las condiciones iniciales) y la que comentamos ahora (no linealidad) son en realidad manifestaciones del mismo fenómeno, sólo que la primera se refiere más al tiempo o momento y la segunda a la dependencia del sistema respecto a la influencia de variables que precipitan cambios radicales en el sistema.

Por eso pequeñas causas (valores críticos de variables fundamentales) pueden dar lugar a grandes consecuencias, siendo aquí aplicable también el efecto mariposa⁷; y también grandes cambios en algunas variables pueden ser irrelevantes (por ejemplo, retóricas políticas que no producen cambios).

⁶ Para una explicación de la ecuación y para ver el dibujo resultante se puede visitar http://www.hiddendimension.com/Divergent_Fractals_Main.html; visitado en marzo 2006.

⁷ Otro ejemplo más coloquial de "no linealidad" es el efecto de "la gota que colmó el vaso", por el que un niño recibe al final del día un castigo por su travesura menos importante, pero que ha "colmado" la paciencia de sus progenitores.

Sobre este concepto podemos hacer algunas consideraciones de cara a su aplicación, además de los ya comentados en el punto anterior, que son de igual aplicación en este caso:

- a) Debemos ser capaces de aprender de los "saltos" y paradojas en el comportamiento de los sistemas, y no dejarnos caer en el abatimiento porque la linealidad no funcione siempre; el estudio de estos cambios nos permitirá aprender a identificar las variables y puntos críticos, y por inducción, nos facilitará la comprensión del comportamiento de sistemas similares.
- b) En el ámbito de las políticas públicas, un punto crítico clásico que altera los sistemas cualitativamente son los medios de comunicación; se dice que los problemas ascienden a la "agenda pública" y, una vez que están en ella, se instalan una temporada más o menos larga en las portadas de los periódicos y noticiarios de radio y televisión, aumentando exponencialmente su probabilidad de pasar a la "agenda política" (cambios comprometidos por los gobernantes y por lo tanto exigibles).
- c) Obviamente, nos planteamos en qué medida podríamos nosotros mismos utilizar esta cualidad de no linealidad para precipitar cambios cuando sea de nuestro interés hacerlo. Parece lógico intentarlo cuando queremos hacer subir un tema importante (conductas para prevenir el SIDA, para la seguridad en el trabajo, para promover el ejercicio físico, etcétera) a la agenda pública y política; para ello deberemos vencer la saturación informativa y la indiferencia emocional, y buscar la forma de hacer saltar la linealidad para encontrar un bucle por el que emerjamos en el espacio de información colectivo. Este *marketing* social es uno de los retos más importantes para el desarrollo de políticas y planes.
- d) Pero debemos saber que en los sistemas caóticos es difícil ganar la maestría suficiente como para "surfear" encima de la ola; incluso teniendo mucho poder, éste puede no valer para nada si no entendemos el sistema y si no lo aplicamos de la forma correcta (Estados Unidos en Irak: mucho poder, pero mucha incompreensión del sistema social, étnico, cultural y religioso iraquí). A estos efectos, si decidimos jugar a precipitar los cambios en territorios de no linealidad, es aconsejable usar pasos sucesivos y *feed-back* frecuentes, y no despreciar el caso concreto o los análisis cualitativos, pues los individuos de este universo "micro" pueden ser los centinelas más tempranos para anticipar problemas y efectos no deseados, y para entender las razones que los generan.

Autoorganización de los sistemas complejos. Estimulando la vida inteligente y el *empowerment* en las organizaciones

Con relación a su tamaño, las termitas son los seres vivos capaces de construir las estructuras más altas en nuestro planeta; y esto lo consiguen sin director ejecutivo termita, sin termita arquitecto, e incluso sin planos. Las termitas son un buen ejemplo de cómo los sistemas complejos adaptativos tienden a la autoorganización. Algunos "juegos" de ordenador de

simulación (Sim-City, Sim-life, Sim-ant, etcétera) evocan de forma muy realista esta dimensión de autoorganización.

Las organizaciones humanas, al estar basadas en individuos inteligentes, con intereses propios y con una visión imperfecta del conjunto, configuran modelos caóticos que tienden claramente a la autoorganización; incluso cuando se precisa de gran disciplina para la ejecución muy jerarquizada de tareas, como en el caso del ejército, se necesita un espacio de organización, decisión e iniciativa autónoma (cuando se entra en combate).

Las organizaciones profesionales, cuyo activo fundamental es el conocimiento científico y que están sometidas a cambios tecnológicos rápidos (por ejemplo en la sanidad) son posiblemente el paradigma de la organización que tiende a la autoorganización.

Podemos ignorarlo, pero la autoorganización se expresa en todas las instituciones y grupos humanos a través de estructuras formales e informales, y de redes de relación más o menos visibles o cambiantes. Entender esta realidad, y saber ponerla al servicio del buen funcionamiento de los sistemas, es actualmente una de las garantías más importantes del éxito en los proyectos de gestión. Algunas orientaciones prácticas podrían ser las siguientes:

- a) Es conveniente corregir un sesgo de percepción: debemos pensar que hay más vida inteligente de la que creemos en la base de las organizaciones, y menos vida inteligente en el vértice ejecutivo o en la tecnoestructura de planificación. Como decíamos antes, a través de la interacción y la experiencia, y vía inducción, se adquiere un conocimiento muy relevante del sistema, aunque sea tácito; pero este conocimiento puede expresarse y utilizarse sólo si se busca y se valora.
- b) El diseño de la organización (más cuanto más se acerque al modelo de organización profesional), debe ser flexible y dejar la holgura suficiente para la autoorganización: para las iniciativas de abajo arriba (círculos de calidad, por ejemplo), para la decisión autónoma (un camionero ante una nevada toma sus propias decisiones sin necesidad de esperar órdenes de su empresa), para utilizar espacios físicos e informativos comunes con versatilidad y creatividad, para desarrollar ideas y estrategias emergentes que sean consideradas y apreciadas desde el ápex directivo, etcétera.
- c) Un paso más es el "empowerment", por el cual la organización transfiere de forma amplia derechos de decisión a sus unidades y personas. Esto supone que se realiza un depósito de confianza en los mandos intermedios y empleados; supone considerar la "fractalidad" que nos dice que en el comportamiento hay patrones, pero nada se repite de forma idéntica, que debemos estar abiertos a la diversidad, tolerar la divergencia, "amar los errores", y pensar que la experiencia resultante hará crecer a todos; y que el ejercicio de un espacio de libertad responsable pero proactiva supone un atractor lúdico que restaura la satisfacción con el trabajo y revitaliza la motivación cada mañana.
- d) El principio de *subsidiariedad* guía también el rediseño de la organización: lo que pueda hacerse y decidirse mejor abajo, que se haga abajo, y sólo lo que se pueda hacer mejor

arriba (venciendo la carga de la prueba) se debe centralizar y poner bajo la responsabilidad directa del vértice directivo o de unidades de mayor nivel jerárquico. Un buen ejemplo lo constituye la forma en que los británicos han orientado sus planes de salud; el Ministerio establece grandes ejes (cáncer, cardiovasculares, accidentes y suicidios) sobre los que trabajar; los distritos descodifican estos objetivos y en función de las oportunidades locales de acción desarrollan proactivamente una serie de acciones, de las que luego se informa; el Ministerio difunde las iniciativas más exitosas y motiva a los agentes a que promuevan nuevos avances en años sucesivos (19).

- e) Para diseñar estas organizaciones basadas en el *empowerment* y la subsidiariedad, necesitamos que los individuos *internalicen* los objetivos de la gran organización, que los intereses estén razonablemente alineados, y que la configuración de la organización —estructuras y sistemas de información— sirvan de apoyo a las iniciativas de las personas; para ello son necesarias políticas de acogida, de formación (20), de promoción y carrera, de limitación de conflictos de interés, y de facilitación de herramientas de conocimiento. En el ámbito sanitario cabría por ejemplo hablar de la evolución desde "políticas de recursos humanos" "hacia políticas profesionales" (21).

El borde del caos ("the edge of chaos"). Entre el territorio racional y el del azar

El término "the edge of chaos" se atribuye a Laugton (22), que lo describe como una zona intermedia en la toma de decisiones en un sistema, donde no hay suficiente acuerdo o certidumbre sobre su comportamiento como para que la elección del siguiente paso sea obvia. Stacey (23) dibujó un gráfico para situar las decisiones en sistemas complejos con grado de incertidumbre y de desacuerdo en abscisas y ordenadas; el territorio de decisiones racionales (sistemas lineales) sería el de alta certidumbre y alto acuerdo, y el del caos sería a su vez el de alta incertidumbre y alto desacuerdo; el borde del caos sería el espacio frontera entre ambos territorios.

Dada la diferencia conceptual entre desorden o azar y caos (que el gráfico de Stacey no considera), ha parecido más oportuno redibujar el gráfico modificándolo para que aparezcan cuatro cuadrantes (figura 3): el de la racionalidad amplia o lineal, el de la racionalidad limitada (que considera las decisiones en condiciones de información insuficiente o costosa), el del caos (sistemas complejos adaptativos con regularidades observables o atractores), y el cuadrante de desorden o azar (donde ninguna aproximación determinística cabe ensayar, y podríamos sencillamente echar la moneda al aire para decidir).

Las repercusiones prácticas de estos conceptos tienen mucho que ver con todas las disciplinas de gestión del cambio:

- a) El contexto de certidumbre-acuerdo de las decisiones nos ayudan a orientarnos en la gestión: en el cuadrante de racionalidad amplia es donde más podemos automatizar o delegar; en el cuadrante de caos, debemos movilizar instrumentos de análisis menos

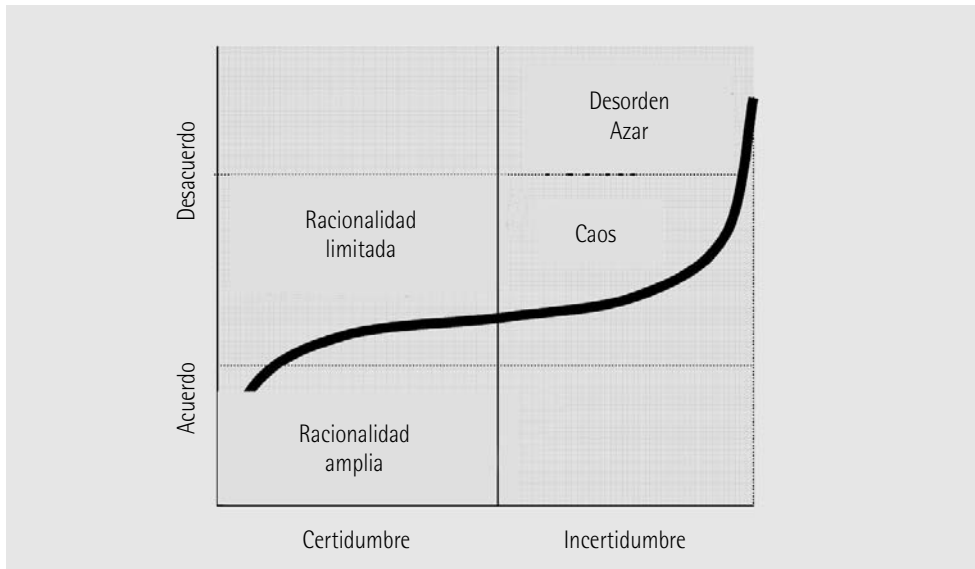


Figura 3. Diagrama de territorios de racionalidad o caos en función de certidumbre/acuerdo.

tangibles y más inductivos, y también implicar a los directivos superiores para que ellos juzguen y decidan qué nivel de riesgo está dispuesta a asumir la organización.

- b) La gestión del cambio aconseja que periódicamente se introduzcan en la propia estructura de la organización elementos de desorden para evitar la rigidez y fomentar la adaptación a las condiciones cambiantes del entorno. En la figura 3 se visualizaría un impulso intencionado hacia la incertidumbre y el desacuerdo (descongelar la organización) para crear un entorno de mayor caos, rediseñar procesos y estructuras, y volver luego a reducir incertidumbre y desacuerdo (congelar de nuevo) para restaurar el orden y la *predictibilidad* del comportamiento que necesitan las operaciones cotidianas de las organizaciones.
- c) Una estrategia fundamental para manejarse en el borde del caos son las demostraciones o experiencias piloto; permiten a escala reducida explorar el comportamiento de los sistemas en nuevas condiciones, identificar las "regularidades" o nuevos patrones de comportamiento, y mostrar al resto de la organización un nuevo equilibrio en condiciones tangibles y con "aroma de realidad" (no sólo en el *Power point*). El elemento piloto, cuando la experiencia es exitosa y se difunde adecuadamente, es un poderoso atractivo en el proceso de cambio, reclutando con mucha facilidad nuevos elementos. Un ejemplo curioso de esta estrategia de cambio fue el desarrollo de los "GP Fundholding" en la reforma de la sanidad británica de 1991: este esquema, por el que los centros de

salud que quisieran podían asumir la compra de servicios del hospital para sus pacientes, era comúnmente rechazado por los generalistas, pero se planteó como un proceso voluntario-incentivado, que incorporó a unos pocos y desencadenó un rápido reclutamiento ante las ventajas económicas que aportó a los pioneros (24).

- d) Por último, en clave más individual, el borde del caos debería ser un territorio que los profesionales y las organizaciones se acabarían acostumbrando a visitar, y donde se encontrarán confortables, o al menos no tan incómodos (25).

Estrategias emergentes y por perspectivas. Pensamiento estratégico: planificación por perspectiva y gestión del cambio

Una conclusión de todo lo anterior es que necesitamos replantear y cuestionar, como diría Mintzberg, tanto la planificación como a los propios planificadores; es decir, modificar la forma en que concebimos y desarrollamos las estrategias de futuro de nuestras organizaciones (26):

- a) Respecto a la función estratégica, cuando trabajamos en organizaciones complejas adaptativas, debemos partir de una conciencia de falta de poder; no podemos dictar el futuro, y por ello no tiene sentido trabajar en "planificación por posición" —para el momento x debe estar hecho y —, sino "por perspectiva", es decir, situar el rumbo en una dirección, como en un buque de vela, e ir rectificando progresivamente en función de cambios externos —viento— o internos —reajustes de destino.
- b) Incluir la función de "descubridores de estrategias emergentes" en el elenco de habilidades y funciones directivas; en efecto, la autoorganización tiende a buscar formas muy imaginativas de resolver problemas y de detectar oportunidades; esta innovación no siempre "sube" hacia arriba en la organización, y por ello hay que descubrirla, evaluar su posible generalización, y eventualmente incorporarla como estrategia emergente asumida por todos y para todos. Para ello, además de hacer *feed-back* (retroalimentación de nuestras acciones con sistemas de información), deberíamos aprender a hacer *feed-around* (intraducible: ¿escrutinio del entorno?).
- c) Las organizaciones complejas necesitan gestores, pero necesitan también verdaderos líderes. Como explica Zalenik (27), los gestores tienden a abarcar procesos, buscan la estabilidad y el control, e intentan instintivamente resolver los problemas antes de haber podido comprender su significado e implicaciones; los líderes tienen concepciones distintas del caos y el orden, tolerando el caos y la debilidad de las estructuras, y buscando una comprensión más amplia de los problemas antes de pasar a resolverlos.
- d) Finalmente, convendría lanzar un mensaje a las organizaciones que están a la búsqueda de una estrategia: la función estratégica es fundamentalmente de síntesis, y aunque se agradece en las etapas preparatorias de una buena documentación (análisis), no debemos confundir ambos estilos cognitivos. Además, como apunta Plsek (28), el cam-

bio no tiene tanto que ver con la superación de resistencias, como con entender y operar en base a los atractores del sistema; es decir, más entender y menos mandar, más estar en el timón y menos remar... De hecho, en esto se basa el nuevo concepto de *stewardship* o rectoría, lanzado por la OMS en el informe 2000 como alternativa de mejor gobierno y dirección de los sistemas de salud para los Ministerios de Sanidad (29).

Resumen y consideraciones finales

Esta revisión busca tender un puente entre las nuevas formas de comprender los sistemas desde las teorías de la complejidad y el caos, y la forma en la que habitualmente concebimos las organizaciones y desarrollamos nuestra actividad en las mismas⁸.

Se trata de un terreno nuevo, pero prometedor; que se expresa aún en metáforas, y que sugiere más que aconseja cambios de perspectiva y cursos de acción. Y por lo tanto, lo que se ha pretendido fundamentalmente es interesar y abrir vías para pensamiento y desarrollo posterior.

Como resumen y como sugerencia final, describiríamos esta nueva dimensión de la complejidad y caos en las siguientes frases que resumen una orientación, una necesidad y un deseo de cambio organizativo, especialmente importante para el gobierno de organizaciones complejas como la sanidad, en entornos particularmente rígidos como la administración pública, y en contextos como la toma de decisión política que incorporan tantas ambigüedades y turbulencias.

- a) Debemos abandonar el mecanicismo reduccionista en favor de una visión propia basada en los sistemas complejos adaptativos.
- b) Tenemos una tarea importante: rediseñar las organizaciones, desde la excesiva dominación de lo jerárquico, hacia la configuración flexible y cambiante de redes y conexiones entre todos los componentes.
- c) Caos no es desorden, sino un orden complejo y no lineal; debemos asumir que demasiado orden puede ser tan malo como excesivo desorden.
- d) La fractalidad nos impulsa a buscar un nuevo equilibrio entre lo micro y lo macro, y nos ayuda a buscar nuevas técnicas de identificación de regularidades, patrones y atractores que puedan ser palancas para entender e influir en los sistemas.
- e) La autosimilaridad también nos ayuda a buscar en nuestra realidad evolutiva, o en otros sistemas aparentemente lejanos al nuestro, huellas y metáforas útiles para ensanchar nuestra comprensión y para comunicar o difundir ideas complejas.

⁸ Una buena fuente de información e ideas sobre estos temas se encuentra en un *blog* que trata temas de caos, complejidad y sistema sanitario, y que confieso me ha sido enormemente útil para añadir ideas y buscar ejemplos para este artículo; aprovecho la nota para agradecerlo y recomendarlo: <http://komplexblog.blogspot.com>.

- f) La sensibilidad a las condiciones iniciales nos ayuda a buscar ventanas de oportunidad y considerar la relevancia del tiempo y momento en el comportamiento de los sistemas.
- g) La no linealidad nos ayuda a entender el enorme efecto de las variables críticas, y por lo tanto a no despreciar cosas pequeñas que pueden tener consecuencias muy importantes.
- h) Reconocer la autoorganización nos lleva a buscar un rediseño de las organizaciones (especialmente las profesionales) hacia el *empowerment* y el principio de la subsidiariedad.
- i) Debemos perder miedo a movernos en el "borde del caos"; la gestión del cambio y el pilotaje de proyectos innovadores pueden entenderse mejor como cambios inducidos en los cuadrantes de incertidumbre-desacuerdo.
- j) En organizaciones complejas no podemos dictar el futuro desde los vértices de las organizaciones, y por ello necesitamos planificar por perspectiva, atender a las estrategias emergentes que ascienden desde el nivel operativo de las mismas, y gestionar los procesos de cambio de forma inteligente y con frecuentes retroalimentaciones.

Bibliografía

1. Plesk PE, Greenhalgh T. The challenge of complexity in health care. *BMJ* 2001; 323: 625-628.
2. Laine C. Postmenopausal hormone replacement therapy: how could we have been so wrong? *Ann Intern Med* 2002; 137: 290.
3. Fobelová D, Fobe P. <http://www.bu.edu/wcp/Papers/Comp/CompFobe.htm>; visitado marzo 2006. Puede visitarse esta web para ampliar los aspectos filosóficos de armonía, desorden y caos.
4. Holden LM. Complex adaptive systems: concept analysis. *J Adv Nurs* 2005; 52(6): 651-657.
5. Greenland S, Pearl J, Robins JM. Causal diagrams for epidemiologic research. *Epidemiology* 1999; 10(1): 37-48.
6. Zini G, Dónofrio G. Neural network in hematopoietic malignancies. *Clin Chim Acta* 2003; 333(2): 195-201.
7. TechHumberside: en el blog KOMPLEXBLOG día octubre 07 2004; visitado en febrero 2006 en: <http://komplexblog.blogspot.com>
8. Horn P. The global culture machine; a chaos theory approach to contemporary cultura (ed.). *Internet-Zeitschrift für Kulturwissenschaften* 2000; p. 9.
9. Plesk P, Wilson T. Complexity, leadership and management in healthcare organizations. *BMJ* 2001; 323: 746-749.
10. Repullo JR. Los sistemas sanitarios en transición. En: Antequera JM, Arias E (eds). *Sistema sanitario y recursos humanos: manual para gestores y profesionales*. Madrid: Díaz de Santos-IAS, 2005; 2-32.
11. Retzlaff-Roberts D, Chang CF, Rubin RM. Technical efficiency in the use of health care resources: a comparison of OECD countries. *Health Policy* 2004; 69(1): 55-72.
12. Berwick DM. The John Eisenberg lecture: health services research as a citizen in improvement. *Health Serv Res* 2005; 40(2): 317-336.
13. Smith RD. Social structures and chaos theory. *Sociological research on line* 1998; 3(1): 10.
14. Johnson S. ¿Quién se ha llevado mi quesito? Cómo adaptarnos a un mundo en constante cambio. Barcelona: Urano, 2003.

15. Stewart I. Does God play dice? The new mathematics of chaos. Maldey MA: Blackwell Publishing, 2002; p. 141.
16. Ver referencia en <http://twm.co.nz/chaoslor.html>; visitado en febrero de 2006.
17. Kerfoot K. Allow yourself to be surprised. Nurs Econ 2005; 23(4): 204-206.
18. <http://www.sewanee.edu/physics/PHYSICS123/physics123.html>; visitado en marzo 2006. Aquí se puede encontrar una imagen en tres dimensiones y en movimiento del sistema de ecuaciones y el fractal resultante de Lorentz.
19. Repullo JR. Planes de salud y planificación en España durante la década de los 90; caracterización de la crisis y perspectivas. Tesis Doctoral. Madrid: UAM, 1999; pp. 34-39.
20. Fraser S, Greenhalgh T. Complexity science: coping with complexity: educating for capability. BMJ 2001; 323: 799-803.
21. Repullo JR. El marco de la política profesional. En: Antequera JM, Arias E (eds.). Sistema Sanitario y recursos humanos: manual para gestores y profesionales. Madrid: Díaz de Santos-IAS, 2005; pp. 32-59.
22. Laughton CG. Artificial life. Proceedings of the Santa Fe Institute of Studies in the sciences of complexity. Addison-Wesley, 1989. Referencia a su trabajo en: <http://users.viawest.net/~keirseyeofchaos.html>; visitado en marzo 2006.
23. Stacey RD. Strategic management and organization dynamics. London: Pitman Publishing, 1996.
24. Repullo JR. Compra de servicios y contratos: balance del experimento del mercado interno británico (2.ª parte: desarrollo de los contratos y función de compra). Revista de Administración Sanitaria 1998; 2(7): 39-63.
25. Berwick DM. Developing and testing changes in the delivery of care. Ann Intern Med 1998; 128: 651-656.
26. Mintzberg H. The rise and fall of strategic planning. New York: The Free Press, 1994.
27. Zalenik A. Managers and leaders: are they different? Clin Leadersh Manag Rev 2004; 18(3): 171-177.
28. Plsek P. Innovative thinking for the improvement of medical systems. American College of Physicians and American College of Internal Medicine 1999; 131(6): 438-444.
29. World Health Report 2000. Health Systems: improving performance. Geneva: WHO: ix.