

# Vida&futuro

CONTACTENOS - editorvida@comercio.com.pe

## PAPA DEFIENDE USO RACIONAL DEL AGUA

El papa Benedicto XVI defendió el uso racional y solidario del agua, en un mensaje enviado a la Exposición Internacional de Zaragoza 2008

## MAYOR VARIEDAD DE MURCIÉLAGOS

En un bosque de Ecuador se descubrió la mayor variedad de murciélagos, más de un centenar de especies diferentes, en un espacio reducido.



**GASTO ESPACIAL:** Rusia duplicará el 2009 el gasto en su programa espacial. Informan que el incremento se dará en todas las esferas del programa espacial federal y no solo en la cosmonáutica tripulada.

## Especial ► TEORÍA CON SECUENCIA PREVISTA

La teoría del caos describe el comportamiento de sistemas dinámicos deterministas (en los que no interviene el azar) susceptibles a grandes cambios de conducta

# Conducta de sistemas y la teoría del caos

TOMÁS UNGER



Usamos la palabra caos para describir nuestro tránsito. También describimos como caóticas ciertas situaciones, como la que se originó en el aeropuerto de Israel durante la visita del presidente Sarkozy, cuando alguien disparó un arma. En el uso común, caos describe el desorden producido por un evento, o una secuencia de eventos, en que interviene el azar.

La palabra caos es de origen griego (khaos) y significa "un gran abismo abierto y vacío". Curiosamente su origen griego viene de bostezo (khaino). Nuestro uso de la palabra caos viene de la época de Hesíodo, poeta griego del año 700 a.C., quien en su obra "Teogonía" lo describe como el vacío original del Universo, igual que la metamorfosis de Ovidio.

La Biblia recogió esta interpretación en su primera versión latina, la Vulgata\*, refiriéndose al Universo antes de la creación. En otras palabras, cuando no había nada.

El concepto del caos como un estado de cosas en que no ocurre nada también fue tomado por algunos físicos para describir la muerte del Universo. Según la segunda ley de la termodinámica, eventualmente se impondrá la entropía. Como el calor solo pasa de lo caliente a lo frío, a la larga todo el Universo tendrá la misma temperatura, y, no importa cuál sea, ya no será posible ningún proceso dinámico. Algunos han llamado a este estado de equilibrio total, sin posibilidades de cambio, el "caos final".

### LOS SISTEMAS DINÁMICOS

En matemáticas, a diferencia de los casos antes mencionados, la palabra caos tiene otro significado. Se trata de una teoría que explica el comportamiento de sistemas dinámicos que varían drásticamente con una pequeña modificación en sus condiciones iniciales. Al comportamiento de estos sistemas se le ha llamado caótico, y es aplicable a una serie de fenómenos físicos, como el clima, el desplazamiento de los continentes, las reacciones químicas, los circuitos eléctricos y la evolución de las poblaciones.

La teoría del caos se aplica a todos los sistemas que describen una serie de eventos conectados que se suceden en el tiempo. El ejemplo más usado son los modelos del clima, en que temperaturas, vientos, niveles de humedad, rotación de la Tierra, etc., intervienen para causar una se-



FOTOILUSTRACIÓN: CLAUDIA GASTALDO

**EL EFECTO MARIPOSA.** El vuelo de una mariposa puede producir una perturbación. Su ejemplo es señalado como un caso de la teoría del caos.

“ El concepto del caos como un estado de cosas en que no ocurre nada también fue tomado por algunos físicos para describir la muerte del Universo ”

cuencia de eventos, como lluvias, tormentas, etc. Para estos sistemas complejos, llamados no lineales, los matemáticos construyen fórmulas con variables (en el caso del clima la temperatura, humedad, etc.) que procesan las supercomputadoras, haciendo millones de operaciones por segundo. Uno de estos estudios originó la teoría del caos.

### LA SORPRESA DE LORENZ

El doctor Edward Lorenz, nacido en 1917 y muerto en abril de este año, era un brillante matemático

dedicado a la meteorología. En 1961, usando una de las mejores computadoras de esa época, Lorenz construyó un modelo para predecir el tiempo. Una vez procesado, quiso revisar los resultados y decidió volver a correrlo redondeando las cifras.

En uno de los parámetros, una cantidad con seis cifras después del punto decimal, quitó las últimas tres. En lugar de poner 0.506127 usó solo 0.506 y volvió a correr el programa.

Para gran sorpresa de Lorenz el resultado fue totalmente diferente. Después de varios experimentos adicionales, Lorenz descubrió que cambios mínimos en las condiciones iniciales alteraban drásticamente los resultados finales.

En los procesos dinámicos, como el clima, la pequeña diferencia inicial se puede potencializar desviando totalmente el resultado del que hubiera sido con los parámetros iniciales. Es importante recalcar que no se trata de eventos aleatorios, producidos al azar por causas externas, sino de una pequeña variación

en las condiciones ya dadas.

### EL EFECTO MARIPOSA

El descubrimiento se hizo famoso y, para ilustrarlo, Lorenz recordó un cuento corto de Ray Bradbury, "El sonido del trueno".

En él la muerte de una mariposa en la época de los dinosaurios, millones de años después afecta el resultado de las elecciones presidenciales en EE.UU. Lorenz dio como ejemplo el aleteo de una mariposa que produce una pequeña perturbación que eventualmente causa un huracán a miles de kilómetros de distancia.

Este ejemplo, bautizado el "efecto mariposa", además de ilustrar dramáticamente la teoría del caos, da una idea de la complejidad de los modelos meteorológicos y por qué es imposible predecir el tiempo más allá de unos días.

### UN CASO LOCAL

A riesgo de simplificar demasiado el tema, trataré de ilustrar la versatilidad de la teoría del caos con un ejemplo: el desplazamiento en el mapa del señor A.

El señor A vive en Surco y

“ La teoría del caos se aplica a todos los sistemas que describen una serie de eventos conectados que se suceden en el tiempo ”

trabaja en San Isidro. Todos los días sale de su casa a las 8:30 a.m. y pone el teléfono celular en la consola entre los asientos delanteros de su auto. Un día coloca el teléfono en el asiento y en la primera curva este se corre a la derecha, más allá de su alcance con la correa de seguridad puesta. Cuando el teléfono suena normalmente lo recoge de la consola, pero esta vez no lo puede alcanzar sin aflojar la correa, para lo que debe disminuir la velocidad del auto. Esta demora le hace perder el cambio de luz en

el semáforo. A esto se suma la pérdida del cambio del siguiente semáforo y llega unos minutos más tarde a su oficina.

La persona que iba a entrevistar al señor A está siendo atendida por otro, lo que cambia su itinerario, y debe recibir al señor B. A raíz de las conversaciones con B, le es ofrecido a A un empleo en Australia. A se muda a Australia. Lo que eran viajes diarios entre Surco y San Isidro y ocasionales viajes entre Lima, Río y Buenos Aires, se convierten en viajes entre Southhead y Sidney, y ocasionales viajes entre Sidney, Tokio y Taipéi.

Dos meses después de haber puesto el teléfono celular en el asiento, el mapa de los desplazamientos del señor A ha cambiado totalmente.

Sin llegar a los extremos del cuento de Bradbury, que requiere seguir eventos a través de millones de años e incluye factores aleatorios, el caso del señor A ocurre en menos de un año. Aquí es importante señalar que no hay un elemento aleatorio, pues no interviene el azar.

Si A hubiera decidido que el rumbo que tomaría dependería del color del primer auto con el que se cruzara, el elemento decisivo sería aleatorio. La intervención de elementos sobre los cuales no hay ningún control y no son previsible introduciría el factor de azar. Este no es el caso de lo que ha ocurrido con A, quien ha seguido su rutina normal predeterminada y solo ha variado la posición de su teléfono celular.

Es fácil imaginar muchos otros factores en el camino, lo cual da una idea de lo complejo que es un modelo del clima con todas sus variables. Por esto resulta tan popular el 'efecto mariposa' para ilustrar los alcances de la teoría del caos.

El tiempo y, a plazo más largo, el clima son ejemplos de la aplicación de la teoría del caos, pero ella es aplicable a muchos otros procesos dinámicos que suponen una serie de eventos sucesivos en el tiempo. Contrariamente a lo que insinúa el uso cotidiano que damos a la palabra caos, la teoría sigue una secuencia prevista.

Para ver la belleza que puede resultar de la aplicación de una gran desviación a causa de una pequeña modificación en las condiciones iniciales están los fractales de Mandelbrot, fantásticas figuras geométricas que se reproducen al infinito, de las que hablaremos en otra ocasión. ■

\* El nombre **Vulgata** viene de **vulgo** (pueblo), porque fue la primera traducción del griego al alcance de todos los latinosparlantes.

## notas breves

### III FOTOGRAFÍAS OCULARES

#### Podrían ayudar a detectar la diabetes en su primera fase

WASHINGTON [EFE]. Un nuevo instrumento para examinar la vista podría ayudar a los médicos a detectar la diabetes en su primera fase y facilitar su tratamiento temprano para evitar los problemas de visión derivados de esta enfermedad, según un estudio difundido ayer. El aparato, desarrollado por dos científicos del Centro Ocular Kellogg de la Universidad de Michigan, captura imágenes del ojo para detectar el estrés metabólico y el daño de tejidos que se produce antes de que sean evidentes los primeros síntomas de la enfermedad.

### III ESTUDIO MÉDICO EN EE.UU.

#### Calentamiento aumentará casos de cálculos renales

WASHINGTON [AFP]. Un mayor número de estadounidenses podría sufrir cálculos renales en los próximos años como consecuencia de las sequías incrementadas por el calentamiento global, según investigadores de la Universidad de Texas. Los cálculos renales, una cristalización de sales presentes en la orina, suelen ser causados por una deshidratación. Si el calentamiento global progresa al ritmo previsto por la ONU en 2007, EE.UU. debería prepararse para un aumento de 30% de casos de cálculos renales en regiones más secas.

### III CARRERA AERONÁUTICA



#### Nuevo avión compite con Boeing y Airbus

La empresa canadiense Bombardier Inc. lanzó un desafío a Boeing Co. y Airbus, al presentar un nuevo modelo de avión. La aeronave C-series transportará a entre 110 y 145 pasajeros.

### III INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### El 4% de tumores es por consumo excesivo de alcohol

BERLÍN [EFE]. El investigador de la Universidad de Heidelberg, Helmut Seitz, ha identificado el consumo excesivo de alcohol como causa del 4% de los tumores, especialmente en aquellos que se detectan en el esófago, el colon y el hígado, informaron ayer. "Hemos demostrado que, bajo la influencia crónica del alcohol, el cuerpo ya no está en posición de volver inocuo a los radicales libres", explica Seitz, director del Hospital Salem. Destacó que, en el caso del hígado, el alcohol daña su material genético y sus mecanismos de protección.

### III TENÍA 108 AÑOS

#### Muere la 'bloguera' más anciana del mundo

CANBERRA [REUTERS]. La mujer australiana a la que se consideraba la blogger más anciana del mundo murió el sábado a los 108 años. Dejó un último post en el que hablaba de su salud en decadencia, pero también explicaba cómo seguía cantando cada día. Olive Riley, de Woy Woy, a unos 80 kilómetros de Sidney, comenzó a escribir su blog en febrero del año pasado, compartiendo historias sobre su vida durante las dos guerras mundiales, cómo había criado a tres hijos sola y su trabajo como cocinera.