

# Edward Norton Lorenz y el efecto mariposa

FRANCISCO MAÍZ JIMÉNEZ  
ANTONIO PÉREZ SANZ (COORDINADOR)

*Wegner Heisenberg, en su lecho de muerte, dijo que preguntaría a Dios por dos cosas cuando muriera; por la relatividad y por la turbulencia: «Creo que tendrá una contestación para la primera»*



Pacífico, diciembre de 1944.

El Almirante William F. Halsey, comandando la Tercera Flota de los Estados Unidos, informa:

«Tifón: perdidos 3 barcos y 790 hombres desaparecidos»

El teletipo salió escupido del aparato e inmediatamente el redactor jefe comenzó a vociferar:

¡Ray, Ray! Maldita sea, ¿dónde se ha metido Ray?

Fui lo más rápido que pude y me encargó el artículo. Debía contactar con los meteorólogos del ejército. Todos escurrían el bulto y tuve que insistir hasta que me dieron un contacto con uno de los que pronosticaban que estaba dispuesto a dar una explicación, aunque no fuera el responsable directo del pronóstico. Lo malo es que tendría que trasladarme hasta Saipán.

De camino a Saipán ya iba pensando en el titular: «Grave error de los meteorólogos provoca más daños que el enemigo», o algo parecido.

No era el tipo de noticia que esperaba la gente cuando estábamos cercanos a la victoria. Desde luego, no iba a recibir el Pulitzer por ella.

## En puertas del tercer milenio

No quería crucificar a los «chicos del tiempo», intentaría ser imparcial y preguntarles su versión, pero la conclusión y las pruebas parecían bastante claras.

Cuando llegue a Saipán me informé sobre el contacto: su nombre, Edward Norton Lorenz; y un sitio donde encontrarlo, la cantina.



Edward Norton Lorenz

Estaba en una zona tranquila, era un tipo joven, delgado y bajo. Su cara parecía cansada, pero un brillo en sus ojos le hacía parecer que siempre estaba sonriendo. Estaba sentado sólo, delante de un café mirándolo fijamente y removiéndolo muy despacio. En aquel momento no entendí lo que hacía.



## Conociendo a Edward en el Pacífico

Me presenté:

—Hola. Me llamo Ray y soy periodista del ejército. Tú eres Edward ¿verdad?

Él me miró como si acabara de despertarse y no supiera si yo era parte de la realidad o el sueño.

—Si, yo soy Edward. Puedes llamarme Ed.

—Supongo que ya habrás adivinado que me envían para cubrir la noticia del tifón. Pero me gustaría profundizar algo más sobre el tema de los «chicos del tiempo». ¿No te importaría contarme algunas referencias biográficas para darle cuerpo al artículo? ¿Cómo decide alguien dedicarse a los pronósticos del tiempo?

—Entré en Dartmouth College en 1934 y ya tenía decidido especializarme en matemáticas, algo bastante difícil, porque sólo 7 de cada 700 lo consiguieron. Siempre me gustaron las matemáticas. En 1938 llegué al departamento de matemáticas de Harvard, donde tuve mi primer encuentro con teoría de grupos, teoría de conjuntos y topología combinatoria. Allí había genios como Saunders Mac Lane, Marshall Stone y James Van Vleck<sup>1</sup>.



J. H. Van Vleck

—Te gustaban mucho los números, ¿no?

—Si, pero durante mis años de graduación, los únicos números que vi fueron el 0, el 1 y el 2. Elegí trabajar en problemas de matemáticas físicas bajo la guía de George Birkhoff<sup>2</sup>.

—Pero no pude doctorarme por unos cuantos meses porque empezó la guerra. Me dieron a elegir entre ser reclutado o entrenarme para formar parte del equipo de meteorólogos para la Armada. En marzo de 1942 me enrolé como cadete en el Cuerpo de la Armada del Aire en un programa master de ocho meses en el

MIT, para entrenarnos como predictores del tiempo; pero lo realmente interesante es ser meteorólogo.

—¿Y no es lo mismo?

—No. Un predictor del tiempo sólo sigue unos algoritmos para dar un resultado sin tener una necesidad real de entender nada de la atmósfera, mientras que a un meteorólogo le interesa entender científicamente la atmósfera. En el master, por la mañana nos daban teoría para ser meteorólogos, y por la tarde practicábamos para realizar predicciones. Nuestros profesores fueron Hurd Willet, Henry Houghton y Bernard Haurwitz. Al finalizar el master en noviembre de 1942 recibí ordenes, junto con otros cuatro compañeros, de permanecer en el MIT como instructor para el programa del año siguiente. A partir de entonces empecé a sentirme más atraído por la meteorología.

Mi primer destino fue Hawaii, familiarizándome con la meteorología tropical, y de allí volé hasta aquí, en Saipán, en octubre de 1944, donde las predicciones sirven de apoyo para los bombardeos de Japón.

Mi trabajo consiste fundamentalmente en pronosticar los vientos de las capas altas de la atmósfera.

—Según tengo entendido, tenáis unos excelentes resultados en vuestras predicciones en los informes de los pilotos. Y entonces, ¿qué pasó con lo del tifón?

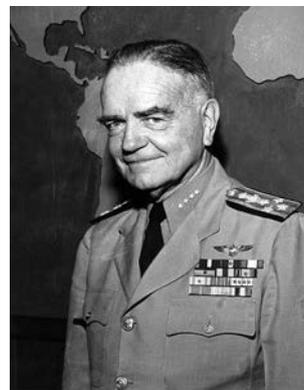
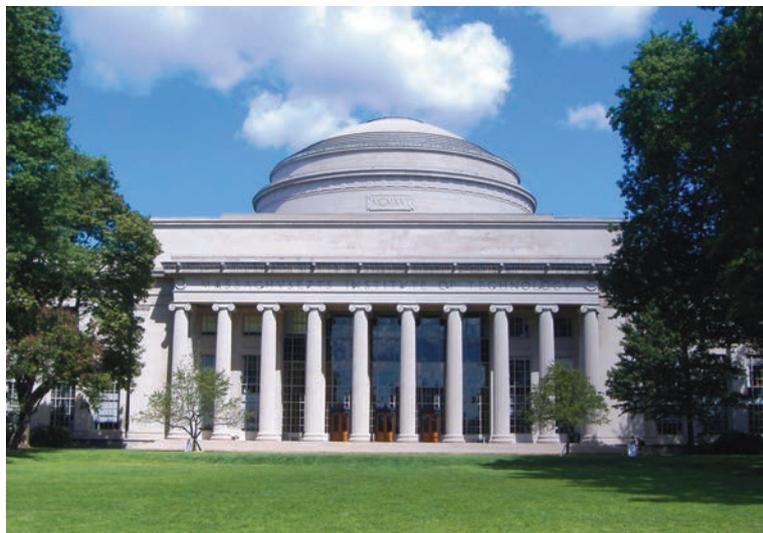
—He ahí el problema. Los pilotos son nuestra única fuente de datos, pero ellos no se lo toman en serio y para no perder su valioso tiempo, se limitan a repetir nuestras predicciones en sus informes de observación.

La conversación duró bastante, pero me quedó claro que no se les podía echar la culpa a «los chicos del tiempo» porque los datos de los que disponían eran insuficientes e incorrectos.

El almirante William F. Halsey finalmente reconoció que no había enviado aviones para el reconocimiento del tiempo, por lo que la Tercera Flota navegó directamente al centro del tifón.

Durante el tiempo en que yo esperaba un transporte para salir de Saipán entablamos amistad y le acompañaba en sus largas caminatas por la isla. Contemplábamos la costa y el oleaje y tras cierto tiempo observando la naturaleza o las estrellas Lorenz parecía más absorto en sus pensamientos. No obstante, todo el mundo opinaba que Ed era un gran conversador, ya que podía hablar de casi cualquier tema, aunque prefería escuchar a los demás.

Yo conseguí mi transporte y, por otra parte, la operación de meteorología se trasladó en la primavera de 1945 a Okinawa o Guam, no estoy seguro. Lo cierto es que perdimos el contacto.



El Almirante William F. Halsey

MIT: Massachusetts Institute of Technology, en Cambridge, Massachusetts, EUA

Su compañero de predicciones, el profesor Patrick Suppes, me contó que la operación siguió incluso varios meses después de terminar la guerra. También me contó que varios miembros del *Whether Central*, incluido Edward, fueron nominados a la medalla de la Estrella de Bronce. Sin embargo, no la recibieron.

## Edward vuelve a casa

Al final de la guerra Edward tomó una decisión crítica en su carrera al decidirse, tras largas conversaciones con Henry Houghton<sup>3</sup>, por la meteorología en lugar de completar su doctorado de matemáticas en Harvard. La tesis de Edward estuvo bajo la supervisión de James Austin, y describía una aplicación de las ecuaciones de dinámica de fluidos al problema práctico del movimiento de una tormenta<sup>4</sup>.

Pocas semanas después de recibir su doctorado, Ed se casó con Jane Loban.

Después de completar el doctorado, Edward aceptó un trabajo en el MIT en un proyecto de Victor Starr sobre la circulación de la atmósfera.



Jule Charney, Edward Lorenz, Norman Phillips, Víctor Starr y otros trabajadores del MIT

Siguiéndole la pista me personé en el MIT varias veces, pero Edward no estaba, siempre de viaje. Me entrevisté con Starr en esas visitas y me pareció un tipo agradable. De hecho, era muy parecido a Edward, tanto en el físico como en intereses y forma de pensar. Starr fue el mentor de Ed y tras 25 años trabajando juntos se convirtieron en amigos inseparables.

## Vida en familia

Jane Loban estaba interesada en volar y tripulaba pequeños aeroplanos ya antes de tener la edad legal para conducir un coche. Su interés por el vuelo la indujo al estudio de la meteorología y la meteorología la llevó al MIT como asistente del departamento de meteorología. De ahí a los brazos de Ed solo hubo un paso más.

Ed y Jane tuvieron tres hijos: Nancy, Edward y Cheryl. A los tres les gustaban los puzzles, los juegos y, como a su padre, los deportes al aire libre como el senderismo.

La pasión de los niños por los juegos, en particular el ajedrez, la heredaron de su abuela paterna, que enseñó a Ed a jugar. Ed era todo un experto en ajedrez y lo demostraba haciendo jornadas de partidas simultáneas junto con su compañero de facultad en el MIT, Norbert Wiener, como pude comprobar en cierta ocasión en la que me dio una soberana paliza.

El gusto de los hijos de Ed por las actividades al aire libre fue influencia de su abuelo paterno, excelente corredor de larga distancia que consiguió el récord para la carrera de dos millas del MIT, a pesar de ser bajo. Edward no era muy bueno en los deportes, excepto en natación, montañismo y esquí. El matrimonio se asentó en Cambridge, Massachusetts y vivieron en el área de Boston. Fue por la afición al esquí por la que pasaban muchos fines de semana de invierno en áreas de esquí al norte de Boston.



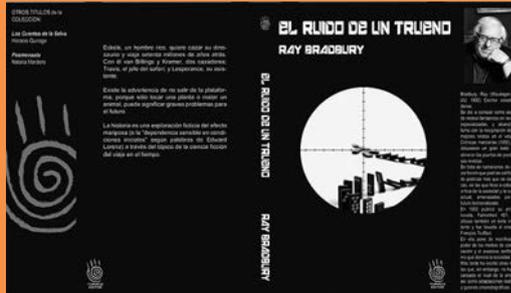
Ed con su esposa Jane en las *White Mountains* de New Hampshire

Eran una familia muy unida. A Edward le gustaba el trato tanto con sus hijos como después con sus nietos.

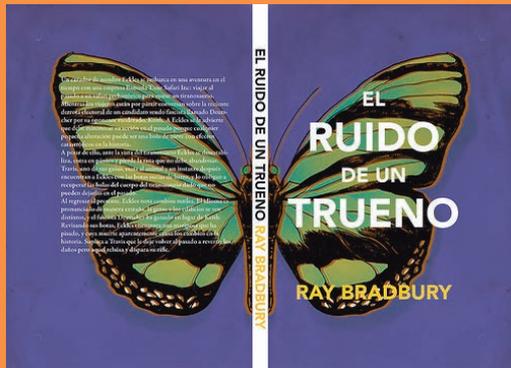
Jane sufrió enfermedades que le fueron debilitando y Ed lo dejó todo para cuidarla hasta que finalmente ella murió.

## El ruido de un trueno

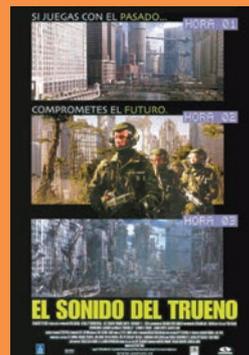
Por esa época yo ya me había hecho un nombre como novelista y le pedí a Ed que le echara un vistazo a mi última novela de ciencia ficción<sup>6</sup>: «El ruido de un trueno».



En ella describía la posibilidad de un viaje en el tiempo y cómo un pequeño cambio de los crononautas en el pasado (pisaban una mariposa) producía en el presente unos cambios notables.



La película «El sonido del trueno» (*A Sound of Thunder*) fue estrenada en 2005. El argumento parece estar parcialmente basado en la historia original, comenzando donde «El ruido de un trueno» terminó. Esta película fue originalmente programada para aparecer en 2002, pero la inundación de la ubicación donde habría de ser filmada aplazó la producción. No se constató que la culpa de dicha inundación se le atribuyera a ninguna mariposa.



Le pregunté a Victor Starr por los viajes de Lorenz y me contó que visitaba muchos grupos de investigadores en los Estados Unidos.

A principios de los cincuenta Lorenz visitó el laboratorio de David Fulz en la universidad de Chicago, que experimentaba con fluidos y sus flujos circulatorios debido a las diferencias de temperatura. Esto se parecía en microescala al flujo de la atmósfera. Comenzaron a observarse distintos comportamientos estacionarios o inestables como el sistema del clima real.

En 1951, Lorenz visitó el *Lowell Observatory*, en Flagstaff, Arizona, donde meteorólogos, incluidos Seymour Hess y Ralph Shapiro, trabajaban con astrónomos como V. M. Slipher. Le pareció un trabajo fascinante. No tuvo tiempo de aportar nada al proyecto, pero publicó un artículo sobre la profundidad de la atmósfera de Júpiter.

El viaje más importante de Edward fue la visita a Jule Charney (quien después trabajaría con Lorenz en el MIT) y Norman Phillips. Ambos trabajaban para John von Neumann en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, New Jersey, sobre el desarrollo de un programa de ordenador para la predicción numérica del tiempo.

Preguntando acerca de este último viaje a Victor Starr, me comentó que ni Edward ni él mismo estaban convencidos de estos procesos numéricos de ordenador. De hecho, el matemático L. F. Richardson había intentado realizar un cálculo a mano y había fracasado estrepitosamente<sup>5</sup>.

## Madurando una idea

A mediados de los cincuenta, Lorenz comenzó a vislumbrar que el tratamiento numérico por ordenador era el futuro de la meteorología.

Finalmente conseguí encontrarme con Edward a la vuelta de su estancia por un año en UCLA, donde conoció a sus nuevos amigos meteorólogos noruegos: Jacob Bjerknes, Jorge Holmboe y también Arnt Eliassen. Su regreso se debió a una oferta de trabajo para liderar el proyecto de predicciones estadísticas

comenzado por Thomas Malone. Al principio no estaba muy convencido porque no estaba tan familiarizado con la estadística como con el concepto de predicción numérica del tiempo, pero la estadística estaba convirtiéndose en la técnica más utilizada por los investigadores de las predicciones.

Edward comenzó a vislumbrar la manera de combinar ambas técnicas. Realizó un intento con un simple conjunto de ecuaciones que podía integrar numéricamente para comprobar posteriormente cuánto se acercaban sus resultados a los producidos por métodos de regresión lineal. Para realizar las integraciones, necesitaba un ordenador. Robert White (que después estuvo en el MIT) vino en su ayuda y junto con él, lo programó todo en un *Royal McBee LGP-30*. La idea era construir un modelo de clima como había imaginado Newton, como si todo fueran piezas de un enorme engranaje<sup>7</sup>.



El ordenador *Royal Mc Bee LGP-30*

En nuestros encuentros de esos tiempos, Edward siempre estaba con el ordenador durante horas y me contó que lo había programado para resolver un conjunto de 12 ecuaciones diferenciales ordinarias que representaban aproximaciones de las ecuaciones de movimiento de un fluido estratificado.

## ¿Un error o un gran acierto?

En el invierno de 1961, después de varias visitas, me presenté en su oficina para saber nuevas noticias:

—¿Me puedes adelantar alguna noticia?, ¿cuándo tendremos predicciones exactas?, ¿funciona ya ese cacharro?, ¿resolviste esas ecuaciones tan complejas?

—Sí y no.

—¿Sí y no? ¿A cual de mis preguntas?

—A todas.

—Perdona, Ed, pero como no me des más pistas no te sigo.

—Pues verás... Conseguí simplificar el sistema y programé el ordenador para que hiciera una simulación de un clima idealizado. Es como si dentro del ordenador tuviera un terreno y en él pasaran del día a la noche y de la primavera al otoño, con sus días soleados y sus vientos y lluvias.

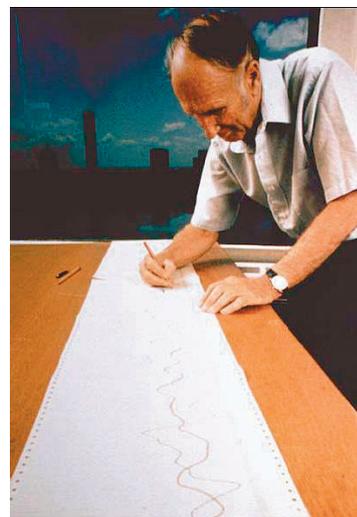
—Y entonces ¿qué problema hay?

—Principalmente dos. El primero es que el clima real no funciona tan bien como el mío.

—¡Ja, ja, ja! Sin duda, Dios te tendría que haber consultado antes de crear el Mundo y su clima, ¿no? ¡Ja, ja, ja! ¿Y cual es el otro?

—El segundo problema es que el clima de mi pequeño mundo no siempre funciona como el clima de mi pequeño mundo.

—¡Fiu! Rebobina y cuéntamelo más despacio.



Edward Lorenz analizando el papel continuo

—Verás Ray, para que el ordenador calcule el clima de mi mundo necesita bastante tiempo, y los resultados de las variables van apareciendo en este papel impreso. El otro día tuve que interrumpir el proceso. Cuando volví a utilizar el ordenador, en lugar de introducir los valores iniciales, para ahorrar tiempo, introduje los 12 valores de un estado intermedio del proceso, puse a funcionar el sistema y me fui a tomar un café al pasillo, entre otras cosas por no escuchar el ruido que produce mi *McBee*. Volví una hora después, pero el resultado no coincidía con el original.

Al principio los datos de ambas hojas impresas eran iguales, pero al cabo de un tiempo, empecé a comprobar pequeñas diferencias, y dejando transcurrir aun más tiempo, las diferencias eran notables.

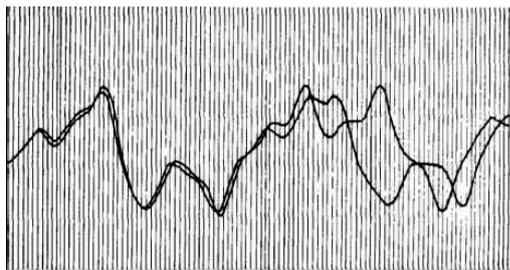


Imagen de la divergencia con datos iniciales próximos. Inicialmente, Edward inventó la programación necesaria para generar una especie de gráfica utilizando la letra «a» y espacios en blanco de manera que le permitiesen vislumbrar los valores que tomaba una determinada variable a lo largo del tiempo.

—¿No te equivocarías al introducir los datos?

—No, puedes comprobarlo tú mismo.

—¿Y no será que se ha descompuesto el ordenador? ¿Estará mal el programa?

—Aunque la computadora suele estropearse casi cada semana, puedo asegurarte que no es el caso, porque si repito tanto el primer como el segundo experimento,

me vuelven a dar los mismos datos. Comparé ambas gráficas utilizando una copia en papel transparente

—Y entonces, ¿que ocurre?

—Pues... Me ha llevado mucho tiempo, pero ya sé porqué no salen los mismos datos. Los valores que aparecen en la impresora tienen menos decimales (3 decimales) que los que utiliza internamente el ordenador (6 decimales).

—Pero ¿había mucha diferencia?

—Prácticamente ninguna, casi insignificante, una parte de mil. En lugar de usar 0,506127 utilicé 0,506. En mi programa sería como un ligero soplo de aire.

—Entonces, ¿como pueden desviarse tanto los resultados?

—Si yo cometo algún pequeño error en mis facturas, esto no me afecta mucho al final del mes; al menos, eso es lo que yo espero.

—Habitualmente las clases de matemáticas en la educación reglada no suelen incluir el álgebra de errores.

—¿Es eso algo que debería conocer yo?

—Sí, y además es realmente fácil. Mira.

Sacó una hoja de papel y dibujó una recta.

—Si te digo que dibujes la misma recta, pero con un pequeño error ¿cómo lo harías?

—Así. Intenté dibujar rectas paralelas cercanas a la recta inicial.

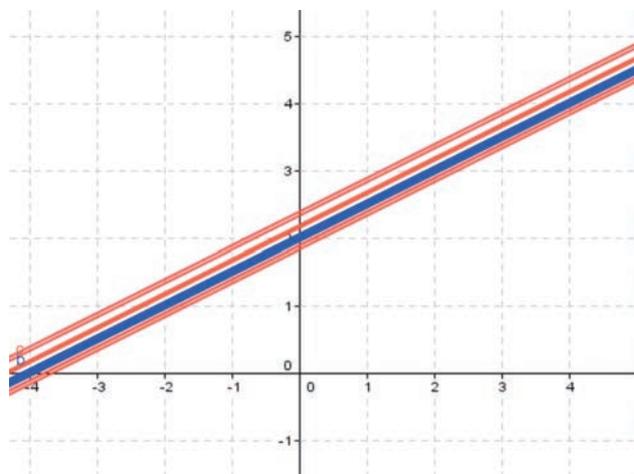


Imagen de rectas paralelas

—Muy bien, pero fíjate que estás cometiendo un error sólo de suma o resta. Si ahora escribo la ecuación de esa recta,  $y = Mx + N$ , tu error estaría en  $N$ . Pero ¿qué ocurriría si cometieras un error en  $M$ ?

Yo me quedé callado, porque me parecía un examen.

Él, sin esperar mi respuesta, empezó a dibujar lo que me pareció un asterisco.

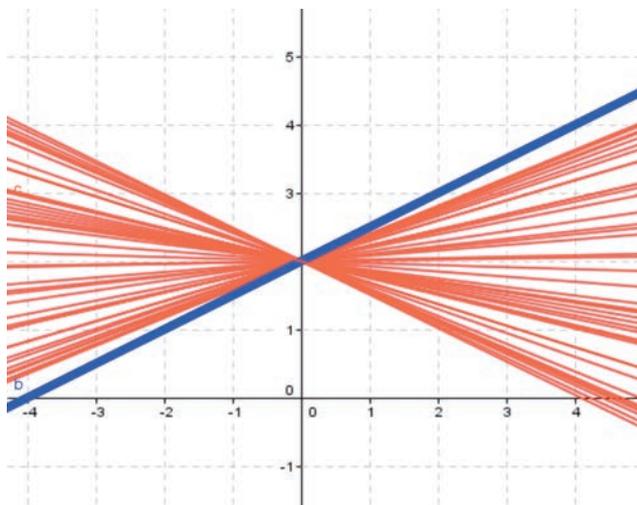


Imagen de rectas con distinta pendiente

—¿Ves?, varía muchísimo, porque ahora estoy multiplicando. ¿Te imaginas lo que ocurriría con otro tipo de funciones? Polinómicas de mayor grado, trigonométricas, exponenciales... La variación puede llegar a ser mucho más grande... o más pequeña.

—Pues no se me había ocurrido.

—Dependiendo del valor en el que estemos cometiendo el error, el resultado final estará más o menos cercano del resultado esperado. Además, los ejemplos que te estoy mostrando son estáticos, y el clima es un sistema dinámico. Las condiciones en un determinado momento dependen de las condiciones en un momento anterior, y así sucesivamente.

Comprendí por sus palabras que algo estaba definitivamente mal y que los pronósticos a largo plazo estaban condenados a la extinción.

—He comprendido que cualquier sistema físico de comportamiento no periódico será impredecible.

## Comprendiendo la realidad

Von Neumann entendía que un sistema dinámico podía albergar puntos de inestabilidad e imaginó que aportando una pequeña fracción de energía al sistema en uno de esos puntos se llegarían a modificar ampliamente las condiciones, de forma que se podría dominar el clima al antojo del hombre. Pero Neumann no tuvo en cuenta la posibilidad del caos, la inestabilidad en todos los puntos.

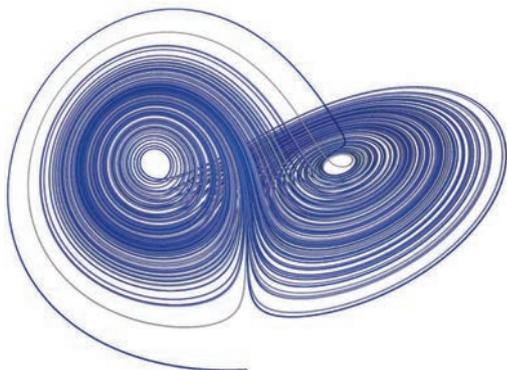
Tiempo después, Lorenz hablaría de esta posibilidad y su influencia en los pronósticos a largo plazo a Robert White<sup>8</sup>, quien era un viejo amigo de Neumann y colega suyo en el MIT, pero White le replicó: «Nada de predicción, esto es control del tiempo».

Por aquella época Lorenz escribía artículos de meteorología y otros estrictamente matemáticos sobre sistemas que jamás alcanzaban estabilidad, sistemas que casi se repetían, pero que nunca lo hacían: poblaciones animales que se multiplican y reducen, epidemias que vienen y van con regularidad... A este tipo de ciclos que no se repiten se le dio el nombre de «dependencia sensitiva de las condiciones iniciales», o más conocido como el «efecto mariposa» debido al nombre de uno de sus trabajos presentado el 29 de diciembre de 1972 en la 139ª reunión de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia: «Previsibilidad: ¿Puede el aleteo de una mariposa en Brasil originar un tornado en Texas?»

Edward, comprendiendo cada vez más las entrañas del caos, abandonó el clima y buscó el sistema más simple posible que tuviera un comportamiento complejo. Experimentó con la «noria de agua» en el plano físico, donde percibió el caos en las fluctuaciones en ciertos caudales de agua.

En el plano matemático, llegó a tres ecuaciones no lineales que a partir de entonces se conocen como sistema de Lorenz.

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= \sigma(y - x) \\ \frac{dy}{dt} &= x(\rho - z) - y \\ \frac{dz}{dt} &= xy - \beta z\end{aligned}$$



Sistema de Lorenz (arriba) e imagen del conocido como «atractor extraño de Lorenz» (abajo)

Cuando comenzó a visualizar el sistema completo como un punto tridimensional comprobó que se formaba una figura parecida a una doble espiral y que en algunos momentos el punto pasaba de una a otra, formando una imagen parecida a la cara de un búho o las dos alas de una mariposa.

En ningún momento se cortaban las trayectorias y sin embargo se pasaba de una a otra espiral periódicamente. A los cen-

tros de las espirales los llamó atractores. El nombre de «atractor extraño» o «atractor extraño de Lorenz» se lo disputaron Ruelle y Takens<sup>9</sup>.

## El «clima» científico de la época

Ya entrado en años me decidí a ir a una conferencia de Lorenz. Me senté al final de un atestado auditorio, junto a un especialista en caos. Cuando entró Edward todos se alborotaron y él pareció aterrado por tanto revuelo. Yo sabía bien que a Ed no le gustaba la fama, la popularidad ni los espacios cerrados.

Al finalizar la conferencia salí del edificio con el científico, que me comentó que había ido con la intención de intervenir en la misma en la ronda de preguntas, pero que no se había atrevido. Le pregunté acerca de los últimos avances para que me pusiera al día:

—Hemos pasado por épocas un tanto oscuras, ya que las ciencias habían llegado a un grado de especialización tal que no se comunicaban entre ellas. Incluso las Matemáticas y la Física, que tan buenos frutos habían dado juntas, se habían divorciado.

El caos ha aparecido en diversas ocasiones a lo largo de la historia en variadas ramas de la ciencia, pero no se había identificado ni se habían relacionado entre ellos estos hechos. Lorenz dio un primer paso y muchos otros científicos se aficionaron a trabajar con experimentos poco ortodoxos para intentar visualizar el caos. Sin embargo, durante un tiempo lo hicieron ocultándolo a sus compañeros de especialidad o excusándose por estas investigaciones,



### Heisenberg y la duda divina

Mientras ocurría esto, Libchaber utilizaba helio líquido (por su bajísima viscosidad) que encerraba en una pequeña caja milimétrica a la que aplicaba calor para estudiar la convección y los flujos, de suaves a turbulentos (la llamada convección de Rayleigh-Bénard). Curiosamente, este experimento seguía un comportamiento como el que describían las ecuaciones del sistema de Lorenz.

La turbulencia es uno de los comportamientos naturales más difíciles de comprender. Werner Heisenberg, en su lecho de muerte, dijo que preguntaría a Dios por dos cosas cuando muriera: por la relatividad y por la turbulencia. «Creo que tendrá una contestación para la primera», pensó.

presentándolas como simples pasatiempos. Todo científico que hablaba directamente del caos era tachado de poco serio por sus colegas. En la década de los 80 Lorenz había encontrado la impredecibilidad, pero también pautas en la misma, ya que el sistema de Lorenz era localmente impredecible pero globalmente estable. Un grupo creciente de valientes (autodenominados caoistas o caólogos) se atrevieron a investigar, cada uno en su especialidad, en el caos, animados por escritos que inicialmente pasaron desapercibidos, como «Flujo determinista no periódico», de E. N. Lorenz, o «El período tres implica caos», de James A. Yorke y Tien-Yien Li (1975).

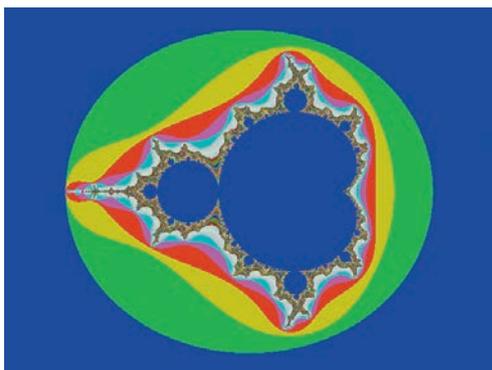
En diciembre de 1977 se realizó un simposio de los denominados «sistemas caóticos» al que asistieron las figuras más reconocibles de la época, como Lorenz, May y Yorke.

Uno de los estudiosos más conocidos fue Benoît Mandelbrot, quien saltó a la fama por el estudio de los llamados fractales (nombre que inventó en 1975

como unión de las palabras fractura y fracción). Los fractales presentan un tipo de comportamiento caótico en sus fronteras. De hecho, el sistema de Lorenz representa un fractal.

En sus famosos libros «Fractales: Forma, cualidad y dimensión» o «La geometría fractal de la Naturaleza» (más vendido que cualquier otro libro de Matemáticas superiores), Mandelbrot presentaba, mediante asombrosas imágenes generadas por ordenador y un estilo más próximo a un predicador, una enumeración de casos donde se aprecian los fractales.

Feigenbaum, que fue invitado en 1984 a hablar en el Simposio Nobel por su teoría universal sobre el caos que publicó en la década de los 70, recibió la ira de Benoit Mandelbrot, que quería llevarse todos los méritos de cualquier investigación sobre



Dos fractales: el conjunto de Julia-Mandelbrot y la berza romanesco



Benoit Mandelbrot



Mitchell Jay Feigenbaum

el caos y exigía a cualquier investigador que publicaba algo sobre el tema que hiciera referencia a él o a sus escritos. En sus libros, Benoît siempre habla en primera persona, como si él fuera el propietario de esta ciencia. Poco le debió faltar para exigir a Henri Poincaré que se levantase de su tumba y admitiese que sus investigaciones se debían a Mandelbrot aún antes de nacer éste... Pero no hay que enfadarse con él, el genial Mandelbrot era así.

Me sorprendió que personalidades tan distintas como Lorenz, que huía de la fama, y Mandelbrot, que la perseguía, estuvieran estudiando una misma ciencia.

## Muerte de un caballero

Edward Norton Lorenz murió en su casa a los 90 años de edad el 16 de abril de 2008. En el sepelio se comentaron todos sus logros por los que recibió merecido reconocimiento:

1962 Fellow, American Academy of Arts and Sciences

1963 Clarence Leroy Meisinger Award, American Meteorological Society

1965 Fellow, American Meteorological Society

1967 I.M.O. Lectureship, World Meteorological Organization

1969 Carl Gustaf Rossby Research Medal, American Meteorological Society

1973 Symons Memorial Gold Medal, Royal Meteorological Society

1975 Fellow, National Academy of Sciences

1981 Honorary Fellow, Indian Academy of Sciences

Member, Norwegian Academy of Science and Letters

Foreign Associate, Academy of Sciences, Lisbon

1983 Holger and Anna-Greta Crafoord Prize, Royal Swedish Academy of Sciences

1984 Honorary Member, Royal Meteorological Society

1988 Foreign Member, USSR Academy of Sciences

1989 Elliott Cresson Medal, Franklin Institute

1990 Foreign Member, Royal Society of London

Honorary Member, American Meteorological Society

1991 Kyoto Prize, Inamori Foundation, Kyoto

1992 Roger Revelle Medal, American Geophysical Union

1995 Louis J. Battan Author's Award, American Meteorological Society

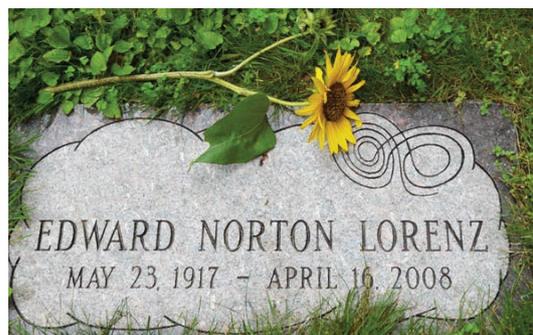
2000 I.M.O. Prize, World Meteorological Organization

2004 Buys Ballot Medal, Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences

Pero más importante que esos premios son los méritos de su propia personalidad: callado, afable, gentil, buen conversador, excelente profesor (por muchos años fue nombrado por los alumnos del MIT como el mejor profesor del año hasta que finalmente su humildad le hizo retirarse de dicho premio).

Trabajador incansable, viajó por todo el mundo de forma periódica para conocer las novedades de otros investigadores. Estuvo escribiendo artículos y realizando salidas por el campo hasta poco antes de su muerte. Siempre intentó llevar una vida tranquila, aunque estudiase el caos.

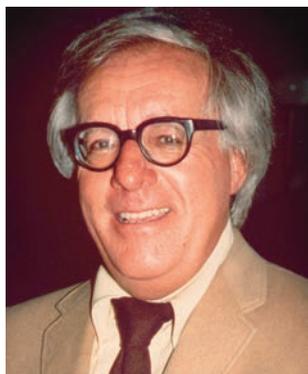
Un pensamiento cruzó mi mente mientras miraba por la ventana e intentaba adivinar qué tiempo haría hoy: Edward dedicó toda su vida a perseguir al caos y finalmente el caos fue el que le encontró a él, pues un crecimiento caótico de sus células (cáncer) acabó con su vida.



Tumba de Edward Norton Lorenz

## Nota del autor

Aunque no se tiene conocimiento de que Ray Bradbury conociera en vida a Edward N. Lorenz, por sus escritos podemos suponer que estuvo al día de los avances científicos de la época, por lo que podría conocer los trabajos de Lorenz. De hecho, «El ruido de un trueno» se publicó nueve años antes de que Lorenz describiera el efecto mariposa.



Ray Bradbury

Ray Bradbury (1920-2012) es autor de otros célebres relatos y novelas fantásticas y de ciencia ficción como *Fahrenheit 451*. En castellano, el «ruido de un trueno» es el décimo de una colección de 21 cuentos fantásticos reunidos bajo el último de esos títulos: *Las doradas manzanas del Sol*.

## Referencias bibliográficas

- BRADBURY, R. (2002), *Las doradas manzanas del Sol*, Editorial Minotauro, Barcelona.
- GLEICK, J. (1987), *Caos: La creación de una ciencia*, Editorial Seix Barral, Barcelona.
- NORTON LORENZ, E. (1991), *A Scientist by Choice* (escrito para la recepción del premio Kioto).
- KERRY, E. (2011), *Edward Norton Lorenz. A Biographical Memoir*, National Academy of Sciences, Washington DC.

FRANCISCO MAÍZ JIMÉNEZ

Sociedad Madrileña de Profesores de Matemáticas «Emma Castelnuovo»  
<tercermilenio@revistauma.es>

- 1 James Van Vleck ganó el premio Nobel de Física en el año 1977.
- 2 George Birkhoff es conocido por la demostración del último teorema geométrico de Poincaré: el llamado problema de los tres cuerpos.
- 3 Jefe del Departamento de meteorología del MIT.
- 4 Entonces todavía no se utilizaban las computadoras para la predicción del tiempo.
- 5 Lorenz y Starr publicaron un tratado de la circulación general de la atmósfera en 1967 que hoy en día se sigue utilizando como punto de partida por estudiantes y profesionales interesados en el tema.
- 6 Título original en inglés: A Sound of Thunder, publicado por primera vez en la revista Collier's en 1952.

7 El *Royal McBee LGP-30* fue uno de los primeros prototipos de ordenador de sobremesa. Actualmente se consideraría muy lento, pero era casi lo máximo que se podía tener en 1958. Más rápido que una calculadora. El ordenador original que utilizó Edward Norton Lorenz estuvo durante mucho tiempo (después de ser utilizado) en su oficina.

8 Más tarde nombrado jefe de la Administración Atmosférica y Oceánica Nacional.

9 Ruelle en una ocasión visitó a Lorenz, pero no habló en profundidad del caos; en lugar de eso visitaron con sus esposas un museo de arte. Takens recibió en 2006 el premio Henri Poincaré.