

# **Caos, complejidad y acción divina**

---

**Por Manuel García Doncel**

---

**Manuel García Doncel** (Santander, 1930) es catedrático de Física Teórica en la Universidad Autónoma de Barcelona. Ha sido visitante de l'Institut des Hautes Études Scientifiques de Bures-sur-Yvette (París) y del CERN de Ginebra. Actualmente se dedica a la historia y a la filosofía de la física moderna y dirige en su Universidad un Centro de Estudios de Historia de las Ciencias.

---

**E**l Centro de Teología y Ciencias de la Naturaleza (CTNS) de Berkeley, en colaboración con el Observatorio Vaticano (VO), nos ofrecen el fruto de su segunda etapa bienal de diálogo teológico-científico. (Sobre el proyecto de este diálogo y su primera etapa puede verse «SABER/Leer» de enero de 1995, N.º 81, págs. 10-11.) Los participantes en el diálogo son catorce especialistas en ciencias y/o filosofía y/o teología, ocho de los cuales habían participado ya en la primera etapa. Por nacionalidades, seis son norteamericanos, seis europeos (dos de Inglaterra y de Alemania y uno de Holanda y de Polonia), uno sudafricano y uno australiano. El tema teológico general de este diálogo es el de la acción de Dios en el mundo, y el tema científico específico de esta segunda etapa, que da el título al nuevo libro, es «Caos y complejidad». (El de la primera había sido «Cosmología cuántica y leyes de la naturaleza».)

El «caos» de que aquí se habla —investigado por los especialistas en el último cuarto de siglo y hoy ampliamente divulgado— no es la negación del orden, la carencia de ley. Se trata de un «caos determinista», propio de ciertos sistemas dinámicos que obedecen leyes matemáticas estrictas, pero cuya evolución temporal depende en tal grado de la precisión en las condiciones iniciales, que a la larga resulta «prácticamente impredecible». Tales sistemas se han estudiado, por ejemplo, en el movimiento turbulento de fluidos y en multitud de procesos biológicos. La evolución de un sistema dinámico se representa gráficamente por el movimiento de un punto en un cierto espacio abstracto y multidimensional (su «espacio de fases»). Ese movimiento tiende ordinariamente a ciertos «atractores» sencillos: puntos, círculos o toros bien definidos. Pero en el caso de sistemas caóticos resulta tender a unos complejos «atractores extraños», que para mayor belleza son fractales, es decir, analizados con mayor y mayor detalle, siguen descubriendo la misma estructura.

Nuestro libro, tras la esmerada introducción general de R. J. Russell (director del CTNS), presenta el concepto de ese caos determinista en dos capítulos. El primero es reproducción de un artículo de divulgación clásico, publicado en *Scientific American*. El segundo, redactado por W. J. Wildman y el mismo R. J. Russell, hace familiar ese concepto, a través de la llamada «sucesión logística», empleada por ejemplo para describir la evolución, a lo largo de sucesivas generaciones, de ciertas poblaciones biológicas restringidas a un hábitat cerrado. Matemáticamente es una sucesión de números reales, comprendidos entre 0 y 1, o sea entre la extinción y la población máxima compatible con el hábitat. Cada nuevo término  $x_{n+1}$  está relacionado con el anterior  $x_n$  por la simple expresión cuadrática  $x_{n+1} = kx_n(1-x_n)$ , en la que  $k$  es un parámetro positivo, que junto con la población inicial  $x_0$  fija la sucesión.

Esa simple sucesión logística, programable con una calculadora de bolsillo, ilustra multitud de aspectos del régimen caótico. Para valores pequeños de  $k$  (entre 0 y 1), la sucesión tiende a 0, y para valores algo ma-

yores (entre 1 y 3) tiende a un valor definido ( $(k-1)/k$ ), independiente del valor inicial  $x_0$ . Esos límites son, pues, atractores puntuales sencillos. Para valores mayores de  $k$  (entre 3 y  $k_{crit} \approx 3.5699$ ) la sucesión «se bifurca», tendiendo alternativamente hacia dos o más límites distintos. Para valores aún mayores (ciertos valores superiores a  $k_{crit}$ ), la sucesión presenta régimen caótico, con atractores extraños de estructura fractal. Es fácil apreciar entonces la impredecibilidad caótica: una variación mínima del valor inicial  $x_0$  modifica totalmente la sucesión, al cabo de muy pocos términos. Wildman y Russell explotan a fondo esta ilustración del caos determinista, incluso con reflexiones filosófico-teológicas.

El concepto de complejidad es ilustrado fundamentalmente con secuencias de sistemas químico-biológicos más y más estructurados y dotados de autoorganización. B.-O. Küppers (filósofo de Jena) lo presenta en el capítulo siguiente, a partir del principio de emergencia: «el todo es más que la suma de sus partes». Un artículo previo de A. R. Peacocke, aquí reproducido, contrapone el concepto de complejidad biológica al de un simple mínimo de desorden y entropía en sistemas a la Boltzmann, cerrados y en equilibrio. Explota así las ideas de Prigogine y su escuela de Bruselas, sobre sistemas abiertos, alejados del equilibrio y regidos por una dinámica no lineal. Obedecen a una termodinámica nueva con una nueva teoría de fluctuaciones y podrían explicar la matriz esencial de nueva vida. En ellos hemos de ver a un «Dios que juega a los dados». O mejor, que juega con las leyes y con el azar, «como un compositor que, partiendo de un tema melódico aparentemente simple, lo elabora y amplía, con diversidad de recursos, en una fuga» (pág. 140).

M. Heller (filósofo-teólogo de Cracovia), a propósito del misterio einsteniano de la inteligibilidad del mundo, hace profundas reflexiones sobre la probabilidad y el azar. Subraya el enigma de la «estabilidad de frecuencia» en el universo: el hecho, digamos, de que cuantas más veces arrojemos

el dado, más próximo a  $1/6$  es la frecuencia con la que sale una cara determinada. Ello funda a escala atómica la estadística cuántica, y el que de ella resulten a nuestra escala leyes aparentemente deterministas. «El azar ya no es percibido como rival de Dios, sino como herramienta poderosa en la estrategia divina para crear el mundo» (pág. 119).

### Caos sí, caos no

Imbuidos por el determinismo de la mecánica clásica, algunos científicos decimonónicos llegaron a pensar con Laplace que si una inteligencia privilegiada conociera con precisión las posiciones y velocidades de todas las partículas del universo, junto con sus masas y las fuerzas que actúan entre ellas, podría conocer todo el futuro y aun todo el pasado del universo. Ese mecanicismo determinista no deja espacio ni a la libertad humana, que ha de considerarse pura impresión subjetiva, ni a la acción de Dios, que constituiría un atentado contra su propia obra.

Tal concepción determinista quedó radicalmente rechazada por la mecánica cuántica, con el principio de imprecisión de Heisenberg (1927): no es posible conocer con precisión la posición y la velocidad de una sola partícula subatómica, porque ambas magnitudes observables no pueden estar a la vez bien determinadas en su realidad cuántica. Esto devolvía un espacio de juego, a ese nivel cuántico, para la libertad humana y la acción divina. Hoy se nos impone pensar en el caos y su impredecibilidad. ¿Cabría ver en el otro espacio, a nivel superior, para que Dios intervenga en el mundo, sin violar para nada sus leyes?

En nuestro libro destacan pronto dos respuestas, una afirmativa y otra negativa, las dos de científicos-filósofos de Cambridge (Inglaterra). J. C. Polkinghorne, físico, subraya la causalidad ascendente («bottom-up», la propia de las leyes físicas), que ha de emplear también Dios, y ve en el caos un lugar privilegiado para hacerlo sin irrupcio-

nes energéticas, sino aportando pura información sobre las condiciones iniciales. A. Peacocke, biólogo, elabora el concepto de causalidad descendente («top-down», la propia de los organismos; o las ligaduras «whole-part», como prefiere decir ahora para evitar equívocos). No cree que el caos determinista pueda dar nuevas facilidades a la acción de Dios. Ésta se realiza más bien en el conjunto global del universo, panteísticamente «contemplado como “en Dios”, aunque ontológicamente distinto de Dios» (pág. 282). Hoy sabemos que el universo está suficientemente abierto a ella.

Esta contraposición es ampliamente discutida por W. B. Drees (científico-filósofo de Amsterdam) en un capítulo provocativamente titulado «¿Agujeros para Dios?». Alude así a una apologética superada, que introducía a Dios en los agujeros de la ciencia del momento, con el peligro de que el progreso científico le expulsara pronto de ellos. Pero ya no se trata de probar su existencia, sino de explicar su acción respetuosa con las leyes naturales. Hablamos ahora de «agujeros de principio», indeterminaciones en la causalidad real, y no de limitaciones de la ciencia. Drees ataca la posición de Polkinghorne en favor del caos, precisamente porque la impredecibilidad caótica no es óptica, sino epistemológica. La ataca también porque la intervención de Dios para modificar ligeramente las condiciones iniciales exige una cierta energía, aunque sea mínima.

Ese rechazo de la intervención de Dios en el caos determinista domina entre los autores del libro. D. Edwards, por ejemplo, en su aportación teológica que luego comentaremos, la rechaza explícitamente. Pero subraya «el auténtico mensaje de la teoría del caos», y lo hace citando a R. J. Russell: «debido a su “impredecibilidad eventual”, sabemos que “nunca” podemos saber de antemano el futuro en todo detalle... Teológicamente esto sugiere que nunca podemos especificar plenamente de qué es capaz la naturaleza “por sí misma”, o qué está



haciendo en ella el Dios trinitario...» (página 173). El caos es, pues, un signo de la abertura del mundo, como lo es la indeterminación cuántica y la libertad humana.

## El modelo trinitario

Varias intervenciones, como la de J. Moltmann (teólogo evangélico de Tubinga), enfocan el tema de la intervención de Dios en el mundo desde una «perspectiva trinitaria». Para él, la actual reacción al «modelo teísta» de un Dios trascendente que crea el mundo y «con brazo poderoso» va dirigiendo su historia no es ya el «modelo deísta» —raíz de ateísmos y agnosticismos recientes— de un Dios en descanso sabático tras crear «el mejor de los mundos». Hoy se elabora un cierto «modelo panteísta», en el que «la materia auto-organizante y la vida auto-desarrollante son divinas» (pág. 207). Ello recomienda el «modelo trinitario» cristiano, que distingue «Dios y el mundo», pero establece una triple relación entre ambos: «Dios Padre crea, a través del Logos-Sabiduría, en el poder del Espíritu Santo». Este «Espíritu cósmico» actúa inmanentemente, «es Vida dadora de vida, el Motor del universo y la Raíz de todo ser creado» (pág. 208).

L. Gilkey (teólogo de Chicago) estudia la imagen científica que hoy tenemos de la naturaleza, como poderosamente ordenada y en progreso continuo hacia niveles de autoconciencia y de inter-relación. Para él, esto constituye signos de Dios, que es «poder incondicionado de existencia», y es también «fuente eterna de orden en medio de novedad, que une el pasado determinado con las posibilidades latentes en un futuro abierto» (pág. 219s). Dios es oscuro en la naturaleza, pero la naturaleza es imagen de lo sagrado y es instrumento de Dios.

Este tema de la causa instrumental es desarrollado por S. Happel (teólogo católico de Washington). El «teorema de lo sobrenatural», en su tradición tomista, combina hábilmente los elementos de libertad humana, amor divino, creación, redención, problema del mal... La historia humana, con sus «fatalidades», es en ella instrumento de la Providencia. Y los sacramentos son instrumentos por excelencia, en los que Dios actúa como extendiendo su ser. Este carácter instrumental hemos de verlo hoy también en los procesos prehumanos de auto-organización, con sus ritmos temporales. Pues «ins-

trumentalidad significa que la temporalidad característica de las realidades creadas es actuada, comprometida y llevada a su forma más alta de complejidad por mutua autome-diación con la divina» (pág. 202).

W. R. Stoeger, S. J. (astrofísico del VO), parte de los datos que nos aporta la revelación. El fundamento de la creación es «la bondad de Dios», abierta «hacia fuera». Bondad de un Dios trinitario, manifestada también en la Encarnación y en el envío del Espíritu. Esta raíz de amor subraya la importancia de las relaciones interpersonales, que exigen la formación de seres complejos, a imagen y semejanza de Dios. Subraya también el tono personal de la acción divina, respetuosa de «la relativa independencia y libertad de la realidad creada» (pág. 260). El concurso de Dios con las criaturas es condición necesaria, pero no suficiente. Porque «es sin duda un aspecto de la kénosis divina (o auto-vaciamiento de Dios) y de su ocultamiento en la realidad creada el que Dios renuncia a su capacidad de ser condición suficiente de efectos particulares» (pág. 254).

D. Edwards (teólogo de Adelaida, Australia) desarrolla este tema de la «kénosis divina», especialmente en el apartado: «La interacción de la Trinidad con las criaturas está caracterizada por la vulnerabilidad y el poder liberador del amor que respeta la libertad humana y los procesos naturales» (pág. 164). Critica el que, desde la filosofía griega, hayamos eliminado del Dios bíblico el cambio y los sentimientos. Pues más que «acto puro», Dios es «personas-en-comunión». La libertad de Dios no comporta «aislamiento y autosuficiencia», sino abertura y «riesgo amoroso con el otro» (pág. 165). La creación no consiste por parte de Dios en una relación «puramente lógica», como afirmaba la tradición tomista. Es más bien un acto libre de amor, por el que «Dios establece una relación "real" con la creación, lo que significa que Dios acepta libremente la limitación y vulnerabilidad de tal relación» (pág. 165). Su imagen de la acción de Dios es «la danza del universo, dirigida con improvisaciones siempre nuevas por las personas trinitarias, que acarician a cada criatura y abrazan su conjunto, que respetan la libertad y la constitución de cuanto existe, y que lo abren a algo radicalmente nuevo» (pág. 175).

El libro concluye con tres comunicaciones sobre el modo de actuar Dios en el mundo, sustancialmente concordes. T. F. Tracy

(teólogo de Lewiston, EE.UU.) traza la historia del problema, a partir de las reflexiones decimonónicas de Friedrich Schleiermacher. Éste, en su determinismo ilustrado de inspiración deísta, retrotraía la providencia divina al instante inicial de la creación. Desde él quedaba establecida una cadena de causas segundas que, con el concurso de la Causa primera, va produciendo todos los sucesos cósmicos e históricos. Tal concepción encerraba serias dificultades, y promovió nuevos modelos de acción divina. Los primeros no atendían a los «agujeros» del determinismo, y sólo introducían una causalidad global descendente, a la Peacocke. En los nuevos modelos, esa causalidad descendente es explicada mediante los agujeros indeterministas. El caos impredecible no se requiere, si no es como amplificador de efectos cuánticos a nuestra escala humana.

Nancy Murphy (filósofa del CTNS) elabora uno de esos nuevos modelos. En él, la acción descendente de Dios se realiza a través de la libertad humana y de todos los procesos de indeterminación cuántica. Este modelo satisface las exigencias teológicas. La acción divina ordinaria no es «coercitiva», sino respetuosa con los «derechos naturales». Son posibles «actos especiales» de Dios (necesarios para que le reconozcamos, para que tenga sentido nuestra oración...). Y aun «actos extraordinarios» (como la Resurrección y otros signos), pues «hurgando en las condiciones iniciales a un nivel cuántico, Dios puede originar sucesos extraordinarios» (pág. 347). Satisface también las exigencias científicas, como el aparente determinismo de las leyes en ese nivel intermedio entre el indeterminismo cuántico y la libertad humana. Da además razón de los resultados cuánticos: «Por decirlo crudamente,

Dios es la variable oculta» (pág. 342). Dios actúa también a nivel humano, inspirando conjuntos de pensamientos mediante una cierta «estimulación neuronal» (pág. 349).

G. F. R. Ellis (matemático cuáquero de Ciudad del Cabo) apoya en su conjunto la posición de Murphy. Duda sólo de si la conciencia y libertad humanas han de explicarse por la indeterminación cuántica o más bien por un nuevo tipo de «campo mental». Ambas hipótesis presentan algo de superfísico. Pero vale la pena estudiarlas, pues «esencialmente las mismas cuestiones surgen en relación a la intervención especial de Dios» (pág. 377). En las «acciones extraordinarias» de Dios, Ellis vería un problema serio si suspendieran las leyes de la naturaleza; el problema estaría sobre todo en la frontera del dominio espacio-temporal en que se suspenderían. Propone una acción alternativa, a través de «mentes centradas en Dios» que actuarían como canales de acción divina. Plantea también la cuestión de por qué no realiza Dios más acciones extraordinarias para evitar males físicos o morales. Contesta que «la acción divina excepcional sólo puede tener lugar en caso de sucesos de importancia única y vital para la evolución futura de la humanidad global...» (pág. 385).

Este segundo volumen de diálogo teológico-científico presenta, pues, un rico conjunto de reflexiones científica y teológicamente serias, que bosquejan la acción de Dios en el mundo, en relación al caos y la complejidad. Esperemos que en las tres etapas previstas este bosquejo sea completado con la misma seriedad, en relación a la biología evolutiva y molecular, a la neurobiología y la investigación del cerebro, y a la física cuántica y la teoría cuántica de campos. □

## RESUMEN

*La obra comentada por García Doncel constituye el fruto de un segundo diálogo teológico-científico, organizado por el Centro de Teología y Ciencia de la Naturaleza de Berkeley y el Observatorio Vaticano. En este diálogo, en el que participaron catorce especia-*

*listas en ciencia, filosofía y teología, el tema teológico, general de todo el diálogo, fue el de la acción de Dios en el mundo; y el científico, específico de esta segunda etapa, el del caos determinista y la complejidad de los sistemas biológicos.*

**R. J. Russell, N. Murphy y A. R. Peacocke (eds.)**

***Chaos and Complexity: Scientific Perspectives on Divine Action***

Vatican Observatory Publications, Estado del Vaticano, The Center for Theology and the Natural Sciences, Berkeley, California, 1995. 416 páginas.