



# La ciencia y el destino

Julio César Londoño

Aunque en Occidente no tenemos una posición muy definida frente al destino, solemos opinar, al menos en público, que el destino se construye día a día y que somos los responsables de su curso. Así debe ser. Pero si alguien nos recuerda las advertencias que le habían hecho al prohombre los organismos de seguridad, los consejos de sus asesores en el sentido de que cancelara su intervención en una manifestación que se sabía riesgosa, y el carrobomba que la policía desactivó providencialmente en una calle de Medellín minutos antes del paso de su caravana, y luego nos dice: “Estaba escrito que Galán sería baleado esa noche en la plaza de Soacha”, sentimos de pronto el grave roce de la fatalidad.

“Es que no hay nada más irrefutable que un post-profeta”, nos explicará un escéptico. Podemos convenir entonces, para avanzar, que el destino es el pasado. El pasado es inexorable y exacto como conviene a la majestad del destino.

Los problemas de esta definición estriban en que, primero, es estéril para la discusión porque la cierra, y, segundo, en que el pasado nos intriga menos que el futuro, ese tiempo que desvela a brujos y científicos, así como al hombre de la calle. Cualquiera querría anticipar, por física, matemática o astrología, el resultado del próximo sorteo de la lotería. A nadie le interesa mucho, en cambio, el resultado del sorteo anterior, ni siquiera a los que tienen los billetes correspondientes.

## Brujos y matemáticos

Destino o azar, orden divino y libre albedrío, determinismo o casualidad son los nombres que

han tomado en el tiempo las dos posiciones de los pensadores frente al problema. Tratemos de superponerlas por un instante, conjugemos destino y azar invocando dos populares entidades, el horóscopo y la lotería. “Hoy es un día favorable para escorpión. Número de suerte 25”. Un matemático nos dirá que el signo zodiacal y el número son sucesos independientes, y que la probabilidad de que la lotería caiga en 25 es de uno entre cien, sea cual sea el signo del jugador. El astrólogo negará precisamente la independencia de los sucesos; nos demostrará, también con números, que la probabilidad de que el lotero que lleva el 25 se cruce hoy con un “sagitario”, por ejemplo, es muy remota; citará astrónomos ilustres: “Hiparco, Ptolomeo y Kepler, autores que seguramente usted conoce mejor que yo —le dirá al matemático— fueron también astrólogos”. Después de tartamudear un poco, el matemático atinará a decir que a esos sabios se los recuerda ahora por sus cálculos astronómicos, no por sus vaticinios.<sup>1</sup>

Lamentablemente la discusión no puede avanzar, porque el método del astrólogo difiere mucho del método del matemático. Si bien es cierto que el astrólogo maneja nociones de astronomía, sus ‘ecuaciones’ incluyen variables mitológicas y sus operaciones proceden de remotas tradiciones y oscuros principios de autoridad. (Tener el ascendiente en Marte predispone a la violencia. Los nacidos bajo la influencia de Saturno son de naturaleza melancólica). La matemática no es menos esotérica: parte de un conjunto arbitrario de postulados que no pueden demostrarse. El astrólogo y el matemático son, pues, sacerdo-

tes de divinidades antagónicas: uno estudia oráculos, el otro adora al axioma.

Claro que el hecho de que los sacerdotes no puedan entenderse no tiene por qué privarme a mí, solícito monaguillo, de ensayar una conclusión. Aquí va. Es necio negar lo que ignoramos; oscurantista. Sabemos que existen interacciones gravitacionales y meteorológicas entre los astros (la posición de Mercurio esta semana influirá en el clima de la Tierra la próxima), pero esto resulta insuficiente para determinar la figura que trazarán esta noche los pasos del escorpión. Negar entonces la influencia de los astros o creer que podemos leer en ellos como en un libro abierto son dos arrogancias de signo opuesto.

## La fórmula del universo

La emigración de sabios griegos a Occidente tras la caída de Bizancio, la invención de la imprenta, los avances de la ciencia en los siglos XV y XVI, la perspicacia del método científico de Bacon, el nacimiento de la ciencia fáctica en la mente de Galileo, la inteligente nostalgia del Renacimiento por la Antigüedad Clásica y, su principal corolario, el humanismo, hicieron antropocéntrico un mundo cuyo eje había pasado siempre por el centro del capricho de alguna divinidad y permitieron el racionalismo del siglo XVII. Este dio lugar en las ciencias sociales al determinismo y en las naturales a la causalidad mecanicista. Partiendo de la sana premisa de que nada ocurría porque sí, que todo tenía una causa, se concluyó que el universo era un engranaje mecánico, aceitado y previsible, y que la historia era una secuencia de causas y efectos articulados en un orden

lineal invariable. Así las cosas, era inevitable el sueño del marqués de Laplace:

Una inteligencia que conozca todas las fuerzas que animan la naturaleza y las posiciones de los cuerpos que la componen, podría incluir en una sola ecuación los movimientos de los astros y de la partícula más leve. Nada sería desconocido para ella. Ante sus ojos estarían presentes el pasado y el futuro.<sup>2</sup>

Los historiadores pensaban que si ya antes cierta conjunción de factores había desencadenado una revolución, era lícito deducir entonces que cada vez que se repitiera una conjunción semejante la revolución era inminente.

## Vórtices en el remanso de Heráclito

La regia explosión de conocimientos y síntesis científicos de los dos siglos siguientes agravaron el narciso de la especie y reforzaron el sueño determinista. Pero desde mediados del siglo XIX empezaron a suceder hechos inquietantes.

El primer golpe contra el determinismo lo propinó Charles Darwin. En su libro *El origen de las especies* registró las que hoy se conocen como las tres leyes de Darwin: todos los cambios de los seres vivos se deben a la selección natural, son muy pequeños y se producen por azar. Fue una idea de difícil digestión para una época en que se pensaba, como sostenían Erasmus Darwin, el tío de Charles, y Lamarck, que la evolución tenía un plan, un norte, la perfección. Charles Darwin sacudió la academia y los púlpitos con la tremenda nueva de que las mutaciones y las variaciones de los seres vivos obedecían al azar, es decir, que no obedecían a nada.

Treinta años después, en 1887, Friedrich Nietzsche puso el punto final de *La gaya ciencia*. Desconfiando de los presupuestos, las inferencias y las abstracciones de los científicos (“asumiendo fricción cero” y cosas por el estilo), y demostrando una enorme agudeza epistemológica, el pensador alemán afirmó que la diferencia entre el conocimiento antiguo y el moderno estriba en que este último describe mejor que aquél el mundo fenomenológico, aunque es muy poco lo que ambos explican. Nuestra inteligencia es capaz de descubrir relaciones y asociaciones allí donde el hombre antiguo sólo veía hechos casuales o fatales. De la observación repetida de ciertas secuencias deducimos que el suceso B es consecuencia del suceso A y llamamos *efecto* al primero y *causa* al segundo, saltando, no sin audacia, la zona de sombra que los separa. Avanzamos en lo cuantitativo pero no en lo cualitativo. Hemos llegado incluso a predecir el comportamiento de muchos fenómenos pero aún se nos escapa su esencia. “La cualidad de cada fenómeno químico, resulta, lo mismo antes que ahora, un milagro. Conocemos con exactitud la fuerza con que se atraen la Tierra y la Luna pero lo ignoramos todo sobre la naturaleza de dicha fuerza. Nadie sabe explicar nada”, se lamenta el genial energúmeno de Rökken.

Y ¿cómo podríamos explicarnos cosas tales? Operamos con cosas que no existen, con líneas, superficies, cuerpos, átomos, tiempos y espacios divisibles. ¿Cómo va a ser posible la interpretación de nada si de todo hacemos una imagen, nuestra imagen? La ciencia es, a lo sumo, una humanización de las cosas todo lo

fiel posible. Al describirlas lo que hacemos es aprender a describirnos a nosotros mismos cada vez con mayor exactitud. Causa y efecto: he ahí una dualidad que probablemente no existe. En realidad lo que tenemos delante es una continuidad, de la cual aislamos algunas partes, de la misma manera que percibimos un movimiento como una serie de puntos aislados; pero no lo vemos, lo suponemos. Lo repentino de ciertos efectos nos induce a error, mas esta rapidez no existe más que para nosotros. En ese veloz segundo hay una infinidad de fenómenos que se nos escapan. Una inteligencia que viese las causas y los efectos en forma continua y no a la manera que nosotros los vemos —en arbitrario fraccionamiento—, que viese, en suma, el curso de los acontecimientos, negaría los conceptos de causa y efecto y toda la condicionalidad. (*Obra citada*, libro IV, aforismo 112).

Este fue el segundo ataque serio que sufrió el determinismo. Por la misma época, un matemático, Jacques Hadamard, descubrió la gran sensibilidad de algunas estructuras numéricas a los valores iniciales; esto es, que un pequeño error en los valores de partida genera errores muy grandes en los resultados. Luego se descubrió que estas estructuras se aplican a infinidad de situaciones de la física, la química, la biología, la economía, la meteorología, etc., y la indeterminación resultante se bautizó con el nombre de Teoría del caos —palabra y concepto tomados de un artículo escrito por los matemáticos T. Li y J. A. Yorke en 1975, y cuyo título dice muy poco a los no iniciados: *Un periodo tres implica caos*—. Pero la teoría puede comprenderse perfectamente con unos ejemplos sencillos. El aleteo de las alas de una mariposa, nos dice

Edward Lorenz en un ejemplo ya paradigmático, producirá al cabo de un tiempo un cambio completo de la atmósfera terrestre; una bola de nieve puede generar una avalancha... o chocar con un obstáculo pequeño y detenerse; un error de cuatro minutos de arco al apuntar, hace que el proyectil se desvíe más de un metro del centro de un blanco situado a un kilómetro; un pequeño incidente diplomático puede alterar las operaciones de la bolsa. Y como ningún análisis puede considerar todas las mariposas ni todas las bolas de nieve ni, en general, todas las variables de casi ningún problema, la Teoría del caos nos advierte que en muchísimas situaciones, concretamente en todos los sistemas que presentan una gran sensibilidad a la variación de las condiciones iniciales, no podemos predecir con exactitud los resultados en intervalos relativamente grandes de tiempo. El “efecto mariposa” hace que los pronósticos meteorológicos tengan una validez de una semana escasa, que la economía siga siendo una disciplina a caballo entre la ciencia y la aventura, que un sofisticado proyectil caiga un kilómetro más allá de la base militar —por ejemplo, en un hospital—, que las catástrofes sigan cogiéndonos por sorpresa, y que la ciencia en general sea hoy más un asunto de probabilidades que de certezas. El caos se introduce en el aséptico mundo científico de tres maneras: por la perturbación ocasionada por las variables no contempladas en el diseño del modelo (como en el caso de la mariposa entrometida), por las limitaciones del saber mismo y por el sino falible (quizá sea más exacto decir *probabilístico*) que pesa sobre todas las mediciones de magnitudes continuas (es

decir, que toda medida implica siempre un margen de error; un caso particular importante de esta última manera recibe el nombre de Principio de incertidumbre, que estudiaremos ahora). En todos estos casos nos las habemos con cantidades que varían de manera no controlada o, lo que es lo mismo, cuyo valor no podemos determinar con exactitud. Con esto estamos preparados para una definición sencilla de la Teoría del caos: los sistemas sensibles a la variación de las condiciones iniciales son impredecibles a largo plazo.

Poco después, con un valor que aún no reconocemos lo suficiente, Sigmund Freud escandalizó al mundo hundiendo su escalpelo en las entrañas del alma humana. (Si hubiese tomado lápiz y calculadora y medido el IQ de Dios el revuelo habría sido menor). Sus revelaciones (1896), en el sentido de que las razones últimas de la conducta residían en la caja negra del inconsciente, fueron un duro golpe para el racionalismo y, por ende, para el determinismo.

La Teoría de la relatividad de Albert Einstein, publicada entre 1905 y 1915, demostró, entre otras cosas, que el tiempo no era una divinidad impasible que fluyera con movimiento uniforme y universal. Las mediciones de tiempos y longitudes, dijo el sabio de Ulm, son subjetivas porque dependen de la velocidad del observador. Las geometrías no euclidianas —descubiertas en la primera mitad del siglo XIX y consideradas por todos una curiosidad matemática, una diversión de geómetras lunáticos— cobraron de pronto importancia, porque una de ellas, la geometría elíptica, desarrollada por Riemann, fue la escogida por Einstein para pre-

sidir la escenografía del universo relativista. Seguía siendo válido decir que por un punto exterior a una recta podía trazarse sólo una paralela —como postuló Euclides—, pero ahora no era menos cierto afirmar que podían trazarse infinitas —como querían Bolyai y Lobachevsky, creadores de la geometría hiperbólica— o ninguna, como demostró Riemann en 1854. Lo cierto era que al nuevo universo, finito aunque ilimitado (¿?), y de curvatura negativa, le sentaba mejor la geometría elíptica, y que con estas nuevas concepciones del espacio y del tiempo la vieja estructura del mundo quedaba francamente patas arriba.

### El principio de incertidumbre

En 1927 se hizo en un laboratorio alemán un descubrimiento que los historiadores de la ciencia bautizarían luego como el Principio de incertidumbre.<sup>3</sup> Aunque sólo regía para la física de partículas, el principio restringió seriamente las ambiciones de la causalidad mecanicista y arrojó dudas sobre la precisión de las observaciones de todas las ciencias. Si era imposible conocer bien un sistema tan sencillo como el estudiado por Heisenberg, ¿qué confianza podían inspirar ahora las observaciones de sistemas físicos más complejos?, ¿de un sistema social?, ¿de un país en el curso de dos o tres siglos? La “exactitud” de la ciencia fue a parar al baúl del flogisto, el éter, la generación espontánea, el móvil perpetuo, la cuadratura del círculo y otras célebres entelequias, y sus declaraciones fueron escritas en adelante en el cauto lenguaje de la probabilidad. En lugar de las afirmaciones rotundas, por el estilo de “En  $t=5$  el deutrino estará en el punto  $a$ ”, ahora de-

bía decirse: “La probabilidad de encontrar al deutrino en  $t=5$  en un entorno de radio  $b$  del punto  $a$  es de 0.93”.

Los historiadores comenzaron a recelar del determinismo y descubrieron que las trayectorias de los sistemas sociales se parecían más a las marañas del movimiento browniano que a las plásticas curvas de Apolonio de Pérgamo, las cónicas. La muerte de un discreto príncipe en Sarajevo, demos por caso, desató la I Guerra Mundial, mientras que el asesinato del presidente de los Estados Unidos por un comunista en 1963 apenas perturbó la bolsa.

Como si no fuera suficiente humillación tener que aceptar la imposibilidad de conocernos a nosotros mismos, ahora debíamos renunciar a conocer con exactitud el flujo de las ondas sociales y las leyes de los fenómenos físicos.

### El teorema de Gödel

En 1931 se produjo lo que muchos consideran el resultado conceptual más profundo del siglo XX. (Los frenéticos diarios, claro, no lo registraron). Ese año un joven lógico austriaco, Kurt Gödel, demostró un teorema que llevaría su nombre y que decía en síntesis lo siguiente: todo sistema axiomático es, por fuerza, o inconsistente o incompleto. *Axiomático* quiere decir que parte de premisas indemostrables —porque de algo hay que partir cuando de ciencias formales se trata—. *Inconsistente* significa aquí, como en el lenguaje de cada día, que contiene contradicciones; esto es, que partiendo de un grupo de axiomas tan sensatos como los de Euclides, por ejemplo —o incluso de un grupo más seguro, como el que resultaría de eliminar el quinto

postulado—, y operando con ellos de manera ortodoxa, es posible (inevitable) demostrar proposiciones antagónicas. *In-completo* significa, aquí como en la vida, que las reglas de juego no bastan, por numerosas que sean, para zanjar las disputas que puedan presentarse en el desarrollo del partido; que si tenemos, digamos,  $n$  reglas, siempre necesitaremos  $n$  más una, más otra... Lo dramático del asunto estriba en que la matemática, ese alto arquetipo griego a cuya perfección aspiran todas las ciencias, es un sistema axiomático.

Si pensamos ahora que las ciencias humanas y naturales se apoyan resueltamente en modelos matemáticos, y que sólo dan por conocida una cosa cuando logran traducirla en expresiones numéricas, la gravedad del anatema de Gödel salta a la vista: buena parte de nuestro conocimiento está edificado sobre una base que no es tan firme como se pensaba.

Por supuesto que, una vez repuestos de la sorpresa inicial, a los matemáticos los emocionó este “cisma” (algo va del dogma al axioma), y las cruciales discusiones del teorema enriquecieron la matemática, la lógica y la epistemología de una manera sólo comparable a las hondas consecuencias del descubrimiento del cero por los babilonios, pero el hecho fue otro duro golpe para el determinismo.<sup>4</sup>

Coincidental o fatalmente, los poetas surrealistas estaban ensayando por esta época la escritura automática (una suerte de ejercicios literarios que apelaban a las musas del inconsciente), aparecieron serias fracturas en la continuidad espacio-temporal de las narraciones de Joyce, Woolf y Faulkner, y un tímido

vendedor de seguros de Praga se permitió echar una sonrisa corrosiva sobre el derecho y la justicia, y trazó una caricatura despiadada, es decir exacta, sobre la vacuidad de nuestros rituales burocráticos.

### Y el mundo como si nada

Luego de que la esfera de las ideas es sacudida de esta manera, ¿qué pasa acá abajo en nuestro mundo de cada día? Poca cosa. En parte porque los citados descubrimientos de los físicos rigen a escala atómica—como es el caso del Principio de incertidumbre— o estelar—que es el dominio de la Teoría de la relatividad—, pero a escala humana los efectos son nulos o insignificantes. El ebanista, el arquitecto y el navegante se siguen orientando por la estrella de Euclides con muy buenos resultados. Los atrasos en los itinerarios de las empresas transportadoras no alcanzan nunca los alarmantes desfases de los trenes de Juan José Arreola; todavía podemos citarnos, sin muchas dudas, con el señor K en la esquina  $(x, y, z; t)$  del espacio-tiempo; la justicia sigue considerándonos, a pesar de las alcahuetas teorías del profesor vienés, responsables de nuestras faltas y acreedores de nuestros méritos; y aunque seguimos leyendo novelas laberínticas o espirales o brownianas, avanzando a tientas por sus páginas, despistados por el *flash-back* y los cambios súbitos de narrador, mal que bien logramos traducirlas finalmente a un orden lineal y juicioso.

En parte también porque a la lentitud usual con que la historia sigue a la ciencia, se agrega la dificultad intrínseca de las teorías contemporáneas. Recién ahora, el posmodernismo,

suma de perplejidades, ensaya una interpretación estética y filosófica del laberinto intelectual contemporáneo.

¿Significaba esta brusca irrupción del caos la derrota del pensamiento? ¿Debía el hombre renunciar a la predicción científica? Sí. Al menos así pensaban hacia la mitad del siglo pasado los científicos y epistemólogos que habían logrado entender las nuevas teorías. Aunque luego se entendió que la causalidad y el determinismo no estaban refutados sino corregidos, ambos sustantivos desaparecieron del vocabulario de los académicos. Capitalizando desgracias, los estudiosos comprendieron que la ciencia estaba errada cuando era “exacta” y había ganado precisión al hablar ahora en términos de probabilidades. Y lo más importante, el azar dejó de ser tabú, se lo atacó con las sutilezas del cálculo de probabilidades y la estadística, y se descubrió que no era una materia tan invencible ni díscola como se creía. Se confirmó entre otras cosas La ley de los grandes números, una conjetura de Laplace que ha ido ganando con el tiempo *status* de teorema: “Muchos fenómenos de naturaleza aparentemente aleatoria [azarosa] siguen en realidad comportamientos regulares y previsibles cuando se observa un número grande de ellos”. Ejemplo: nada puede adelantarnos la probabilidad o la genética sobre el sexo que tendrán los hijos de cierto matrimonio, pero la conjetura del marqués puede asegurarnos que en cualquier ciudad, o en el mundo, el número de nacimientos de hombres y el de mujeres serán casi exactamente iguales con diferencias inferiores al 2%. La estadística, la teoría de juegos, la termodinámica y la teoría de la información

son inconcebibles sin esta aguda herramienta matemática.

### Conclusión

Lo positivo del entierro del determinismo, o por lo menos de los discretos límites que ahora lo circunscriben, radica en que ya no servirá de fundamento filosófico para los programas ideológicos de los dictadores ni para las atrocidades “eugenésicas” de los ángeles exterminadores del racismo ni para los delirios paranoicos y las doctrinas mesiánicas de pastores fundamentalistas. Las sectas y las dictaduras han basado siempre sus doctrinas en especulaciones deterministas. El sátrapa y el pastor son iluminados que conocen al dedillo la senda de la felicidad, y arrear a la masa por ella hasta embutirla en el paraíso; reino que cercan cuidadosamente con dogmas, tabúes, policromías, decretos, himnos, murallas, fuego y alambradas para que nadie corra el riesgo de extraviarse en las desdichadas tierras de allende el cerco.

El resultado de todo este proceso es interesante desde los ángulos ético y científico. El determinismo era estimulante para el pensamiento (incitaba a descubrir las leyes del universo), pero estéril para la ética. Si todo estaba predeterminado ¿para qué afanarse?

(La teoría de la predestinación del calvinismo,<sup>5</sup> demos por caso, sostenía que la suerte de las almas estaba echada desde la Creación. La fe no era un mérito del creyente para alcanzar el Cielo, sino una dispensa divina, un signo con el que Dios señalaba a los elegidos. En este credo singular, la fe era entonces un efecto de la salvación, no su causa. El hombre no se salva por la fe; ha sido equipado con

ella desde el principio para que se cumpla su plan de salvación. Como todo el mundo se sintió ungido —¡faltaba más!— y por ende salvado, la moral y las costumbres se degradaron en la grey calvinista. Entonces Calvino, hombre pragmático, se apresuró a ajustar su doctrina. Dijo que no bastaba la fe para entrar al reino de Dios; era indispensable acompañarla del trabajo duro y honrado. El calvinismo produjo entonces si no buenos cristianos sí excelentes negociantes. Recordemos el poder económico que alcanzaron entonces los puritanos —rama inglesa del calvinismo—, la mística laboriosidad con que colonizaron América y el importante papel que jugaron sus libras en la revolución industrial.

Por otra parte, tampoco sería saludable la instauración de un modelo de interpretación caótico del universo y de la historia. Una incertidumbre generalizada sobre los fenómenos de las ciencias y los arcanos de las religiones no estimularía la ciencia ni la ética. La moral, el experimento y la lotería serían elementos de la misma clase —aleatorios los tres—, frente a los cuales de nada valdría el estudio o la virtud.

El marco conceptual de esta alborada del tercer milenio frente al problema del destino es ideal. Gozamos de un determinismo moderado, que permite planificar con expectativas razonables de acierto los proyectos oficiales y los negocios de los particulares, sin eximir a nadie de obligaciones éticas. Y si bien es cierto que nos incomoda el margen de error que comporta nuestra ciencia (nos gustaría poder predecir con precisión la fecha y el lugar de las catástrofes naturales), es un precio que aceptamos de buen

agrado por tener una ciencia humana—es decir, limitada y falible pero siempre perseverante, con frecuencia lúcida y a veces providencial—y porque ese margen de incertidumbre añade, en lugar de restar, encanto al mundo. ■

Julio César Londoño (Colombia)

Crítico literario, biógrafo y cuentista. Sus libros son: *La ecuación del azar*, *El arte de tachar*, “¿Por qué las moscas no van a cine?”, *Proyecto piel*, entre otros. Obtuvo el Premio Plural de Ensayo (México, 1992), el Juan Rulfo de Cuento (París, 1998). Columnista del periódico *El Espectador* y de revistas culturales como: *Número*, *El Malpensante* y *Revista Universidad de Antioquia*.

### Notas

1 Todo el párrafo es una síntesis del capítulo 4 de *Azar y caos*, de David Rouelle (Alianza Editorial), donde el lector puede encontrar una discusión más detallada de este problema.

2 Un caso concreto y sencillo es el siguiente: si conocemos la posición y la velocidad de una partícula en un instante dado, podemos anticipar su posición en cualquier instante posterior.

3 El principio, debido al físico Werner Heisenberg, establece que se puede conocer la posición o la velocidad de una partícula en cualquier instante, pero es imposible conocer simultáneamente el valor de las dos variables. Podemos conocer, digamos, la posición de la partícula iluminándola, pero el choque de la luz sobre ella alterará su velocidad.

4 No existe mucha información sobre la vida personal de Gödel. Sé sabe que nació en 1906 en el seno de una familia acomodada en Brunn (actual Brno), que estudió lingüística antes de interesarse por las matemáticas, que nunca gozó de buena salud, que fue amigo personal y compañero de trabajo de Einstein, y que murió de inanición en 1978. “Parece que tenía miedo de ser envenenado, o Dios sabe qué, y se negaba a comer”, escribe David Ruelle, quien lo vio un día en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton. “Era un hombre pequeño, amarillento y demacrado, y llevaba tapones de algodón en las orejas”. (*Azar y caos*, Cap. 23).

5 La Reforma, movimiento religioso separatista contra la autoridad y la doctrina de la Iglesia Católica de Roma iniciado en el siglo XVI, dio origen en Alemania al luteranismo, en Francia al calvinismo, y al anglicanismo en Inglaterra.