



Matemáticas de la Historia (o de cómo Clío, celosa de Urania, soñaba con ser de mayor una ciencia exacta)

Juan Fernández-Mayoralas Palomeque
I.E.S. Isaac Newton, Madrid.

Resumen: La exactitud matemática siempre fascinó a los historiadores. Hasta ahora, las dos opciones, representadas por los extremos del positivismo y el historicismo, consistían en aplicar un método pseudo-matemático y determinista, o renunciar a las matemáticas, resignándose a la incertidumbre. Pero en el último siglo las matemáticas han experimentado una gran revolución gracias a descubrimientos como los teoremas de Gödel, la teoría del caos o la geometría fractal, que difuminan la división entre “ciencias” y “humanidades”. Este artículo explora las repercusiones de estos avances matemáticos sobre la historia.

Palabras clave: Matemáticas, determinismo histórico, metodología, teoremas de Gödel, teoría del caos, efecto-mariposa, fractales.

Abstract: Historians have been always fascinated by the mathematical exactitude. Represented by the extremes of positivism and historicism, there are till now two choices: either to apply a pseudo-mathematical and determinist method, or to give up mathematics, accepting uncertainty. However, in the last century mathematics has been affected by a great revolution, due to discoveries such as the Gödel's theorems, chaos-theory or fractal geometry. The traditional borderline between “sciences” and “humanities” is being blurred. This article explores the repercussions of these mathematical advances by the history.

Key-words: Mathematics, historical determinism, methodology, Gödel's theorems, chaos-theory, butterfly-effect, fractals.

En un futuro remoto, la humanidad ha colonizado la Vía Láctea, fundando una fraternal federación de planetas libres. Formidables avances tecnológicos permiten a los mortales saborear las ambrosías de la Edad de oro. Sólo un sabio llora, científica Casandra, los últimos días de la sideral Cosmópolis. Este estelar Tiresías, que es un genio de las matemáticas sociales, ha encontrado la forma de calcular, mediante intrincadas ecuaciones, el devenir de la historia. Así le es dado conocer que muy pronto las querellas desharán la pacífica anfictionía planetaria; que los caudillos salidos de la guerra civil oprimirán la uránica Arcadia. Traicionada la República, un Imperio despótico sojuzgará los mundos. Desterradas la Virtud y la Ciencia, la Barbarie sucederá a la Tiranía, y durante generaciones innumerables el Terror y la Ignorancia envolverán a los humanos en espesas tinieblas. Su única esperanza es que una hermética Fundación, creada por aquel maestro de los polinomios para custodiar las “ecuaciones sociales” que impulsan la rueda de las Parcas, actúe sigilosamente, salvando el Arca del Conocimiento de la marea del olvido y de la ambición de los poderosos, manipulando benéficamente los acontecimientos, calibrando sus acciones para acelerar con su obrar algebraico aquella nefasta revolución de la rueda de Fortuna. Sólo así podrá anticiparse en varios eones la aurora de la Libertad, el renacimiento de las Luces...

Así es, o así lo recuerdo, el argumento de una de las obras de ciencia-ficción más leídas y plagiadas: *La Fundación*, de Isaac Asimov. Ya sé que el sabio galáctico podría haberse ahorrado tan enfadosos cálculos, si hubiera acudido a un par de clásicos venerables como Gibbon y Montesquieu, o algún moderno como Eco; cualquiera de ellos habría bastado para inspirar esta versión cósmica de la decadencia y caída del Imperio romano, amortiguada por la meritoria labor de los copistas benedictinos. Sin embargo, sigo creyendo que esta fantasía tiene un raro mérito. Abusando de la licencia que suele concederse a pergeñadores de utopías futuristas y a divulgadores historiográficos, el autor osó desvelar, violando un tabú milenario, el auténtico aspecto de la Piedra Filosofal. El Tarsis y el Ofir de los modernos obreros de Salomón, el Santo Grial que demandan los discípulos de Clío, el Áureo Vellochino que persiguen los argonautas que surcan el proceloso piélago de las Ciencias Sociales; la vera Opus Magna, que deja en



truco de feria o atracción de *show* en directo la plúmbea producción artificial de oro.

La transmutación de la Historia...en Matemáticas.

1. Celos sororales

Apenas aprendió a hablar, Clío sintió celos de su hermana Urania. Obligada a seguir los erráticos caminos trazados por los humanos, a memorizar su inconstancia y su cobardía, a redactar la lamentable crónica de todas las necesidades, a dar fiel testimonio de promesas vanas, de traiciones y felonías; destinada a registrar las mudanzas de la Suerte, condenada a llorar las heridas de Fortuna; forzada, en fin, a pintar con cruel detalle los lunares, las cicatrices, las arrugas que afean el rostro de la esfera sublunar, creció la musa bella contemplando envidiosa la perfecta geometría -majestuosa, hierática, inmutable- que preside el movimiento de los astros. Soñaba con emular su exactitud; anhelaba su hermosura matemática. Por eso los historiadores siempre aspiramos -en secreto- a ser matemáticos.

Desde Mesopotamia hasta el Yucatán, del Nilo al Ganges, los primeros cronistas buscaron en la geometría celeste el secreto numérico de la historia. Las primeras concepciones del tiempo hablaban de ciclos estelares, zodiacos y eras cósmicas; de la consoladora esperanza, en fin, que los hombres depositan en que su pasado y su futuro, sea fasto o nefasto, no sea al menos fruto del ciego azar (o, peor aún, de las propias acciones), sino de la determinación de los dioses o los astros, de su voluntad inescrutable, de sus movimientos fatales y precisos. Platón enseñó que no debía acercarse a la filosofía quien no conociera la geometría; Pitágoras predicó un cosmos de esencia numérica. Y los sabios adivinaron que la historia escondía un engranaje matemático bajo el manto de las debilidades humanas.

Entre los antiguos, el *mathematicus* no era, después de todo, el experto en aritmética, sino el astrólogo que leía en las constelaciones el pasado y el porvenir de los hombres. Los poderosos, que les tenían, se disputaban su ciencia. Aunque la Iglesia prohibió sus especulaciones, al empezar la Edad Media el tósigo de los números había llegado ya a la sangre de los que se asomaban a los arcanos del Tiempo. En

aquella era teológica, almas inquietas buscaron en la historia sacra y en las profecías el secreto numérico de la Historia: 7 Días, 10 Plagas, 12 Tribus, 4 Vivientes, 7 Iglesias, 7 Sellos, 4 Jinetes, 12 Puertas... Y el diabólico 666, y el glorioso Milenio... El terrorífico encanto del 1000, con su magia redonda, sedujo a anacoretas meditabundos y multitudes enloquecidas. Los cabalistas atisbaron la Voluntad divina sustituyendo por cifras las letras de la Ley. Lulio quiso demostrar la Verdad con una máquina matemática. Por fin, un místico discurrió la más perfecta cristalización geométrica del cristianismo, dibujando, inspirado por la Trinidad, el triángulo equilátero de las Tres Edades: la Justicia del Padre, la Misericordia del Hijo; y la Parusía del Espíritu Santo. Mientras confiaron en el hermoso esquema de Joaquín de Fiore, los historiadores pudieron sin temor redactar la crónica de los ciclos humanos: todos los dolores del presente tendrían su justificación en la consumación de los tiempos. Diligentes ángeles contables llevaban entre tanto las cuentas, esperando el gran día del Cierre de Ejercicio, cuando una balanza, quizás la misma que sirviera a Osiris y Radamanto, calibraría con exactitud el peso de las almas.

Petrarca adaptó en clave profana el sistema trinitario: a la Antigüedad había seguido una Edad Intermedia, y tras ésta amanecía una versión laica de la Segunda Venida. El Renacimiento intensificó, si cabe, la pasión numérica de los sabios: aquella edad paradójica, presunto triunfo de la razón, asistió a la consagración de la astrología y la gnomonía, a despecho de los amantes de los límites precisos y la lógica simétrica.

Mientras la historia seguía aferrada a certezas cada vez más dudosas, el espíritu científico se emancipaba, quebrando esferas geocéntricas, revolucionando los astros, desmintiendo la física aristotélica y ridiculizando la medicina galénica. Newton demostró que el universo se regía por ecuaciones simples y hermosas, obedeciendo sagradas leyes matemáticas. El advenimiento del paradigma newtoniano consagró el triunfo de la astronomía y de la física, pero también el divorcio entre las degradadas “humanidades” y las disciplinas físico-matemáticas, que en adelante detentarían la prestigiosa dignidad de “ciencias”. Así cantó Laplace, vate de Urania, la victoria de la musa exacta sobre sus hermanas: *La astronomía, por la importancia de su fin y por la perfección de sus teorías es el más bello monumento del espíritu hu-*

mano, el título más noble de la inteligencia. Seducido por las ilusiones de los sentidos y del amor propio, durante largo tiempo el hombre se ha considerado a sí mismo como el centro del movimiento de los astros y su vano orgullo ha quedado castigado por los temores que los astros le han inspirado. Al fin, varios siglos de trabajo han sido la causa de que cayera el velo que ocultaba a sus ojos el sistema del mundo. En este momento, el hombre se ha visto situado sobre un planeta casi imperceptible en el sistema solar, a pesar de que la enorme extensión del sistema solar es tan sólo un punto insignificante en la inmensidad del espacio¹.

Nunca los historiadores valoraron más el imperio de la voluntad como en el siglo de Saint-Simon. Las crónicas se hicieron “memorias”: si no se puede explicar la historia, sólo cabe rememorarla (Proust, cuando quiso alterar para siempre la noción del tiempo, supo que tenía que acudir a la fuente inagotable del chismoso, memorioso, indispensable duque). La historia cambió ciclos astrales y ascendentes por el protagonista humano: quizás sea ese el motivo de la fascinación que aquella era sintió por los poderosos, capaces de dictar el destino de sus semejantes. Símbolo de su mundo, Luis XIV, rey-sol, hombre-astro -y su olvidada luna de poderoso influjo, portentoso espejo, Mme. de Maintenon-, sustituían a obsoletos zodiacos: una frase ingeniosa regiamente loada, o el leve fruncimiento de la ceja favorita ante una indiscreción, ocupaban en las crónicas el lugar antaño reservado a los cometas.

El hombre, huérfano de Dios, aspiró a iluminar las tinieblas con la luminosa Razón. Pero el peso de la Libertad le paralizaba. El riesgo era demasiado alto: *La historia no es otra cosa que un cuadro de todos los crímenes y desgracias*, afirmaba Voltaire en *L'Ingenu*; *La historia es, en verdad, poco más que un registro de los crímenes, locuras y desventuras de la humanidad*, insistía Gibbon en *Decline and Fall of the Roman Empire*. ¿Podía resignarse el hombre a esa pavorosa responsabilidad? Siempre cabía imaginar que vivimos en el mejor de los mundos posibles. No todos se conformaron pues con aquella soledad en que quedara la Historia desde la publicación de los *Princi-*

¹ *Exposición del sistema del mundo*, 1796. En Maurice CROUZET (dir.), *Historia general de las civilizaciones*, Barcelona, Ed. Destino, 1967, Vol. V, pág. 37.

pia Mathematica. La francmasonería modeló a un Dios Arquitecto-mejor aún, Relojero-, inventor de un mecanismo perfecto y complejo para que las criaturas cumplieran sus designios. Al final, el atajo conducía a los exegetas medievales, y hasta los codos del Templo salomónico volvieron a ocupar, en plenas Luces, a los sedientos de conocimiento. Pero esa ingeniosa solución se estrelló contra la realidad: capas de arcaísmos egipcios y antiguallas de espurio origen etrusco no lograban esconder la falta de resultados bajo la liturgia esotérica. Los valientes se conformaban: perdido el norte, negada la Creación y el Juicio, la historia erraba ciega, como aquel rey de Tebas que osara responder a la esfinge y preguntar al oráculo. Los historiadores habían cambiado a Febo por Faetón, y la angustia les abrasaba: ya no esperarían, confiados, una gloriosa Parusía; ni siquiera se consolarían con los horrores igualitarios del Armagedón, o con la contemplación de un espectacular Crepúsculo de los dioses. Cualquier *Ragnarök* sería, al fin y al cabo, mejor que esta historia errabunda, sin principio ni objetivo, sin reglas, sin dirección, sin auriga...

2. *Scientia ex machina*

Un anacrónico, anticuado, aristotélico *horror vacui* (refutado desde hacía tiempo por Torricelli en el universo físico) impulsó a los historiadores en sus torpes movimientos durante el Siglo de la Ciencia. Fue aquella la primera centuria en que los hombres imaginaron, con morbosa delectación, el fin de la historia encomendado a las fuerzas ciegas de la física o la biología: un enfriamiento solar, un meteorito extraviado, una invasión marciana, una plaga letal... Entre tanto, los historiadores aplacaban su angustia buscando la exactitud perdida. Soñando con reconciliar la historia y las matemáticas.

Algunos escogieron la senda más larga, pero más simple y segura. Si la zoología respetaba las leyes naturales; si la biología se reducía, en último extremo, a ciertos procesos químicos complejos, y la química resultaba de la física; si la física, en fin, no era sino una aplicación práctica de las matemáticas... bastaba con reducir a los humanos a la condición de entes zoológicos para encontrar el camino de regreso; el hilo de Ariadna que conducía a la puerta del laberinto. La climatología ofreció obsequiosa sus servicios, pero pronto fue desbancada por la ciencia de las razas. Atraídos, como Pasifae, por lo bestial,



muchos historiadores sucumbieron al crimen nefando: abjuraron del humanismo, traicionaron la noble máxima de Terencio. De aquellas torpes pasiones nació el minotauro social-darwinista. Una versión apócrifa de la teoría de la Evolución era la biblia de la nueva historia, que de sierva de la teología había ascendido al rango de fámula biológica. Gracias a Gobineau, a Virchow, a Haeckel, la historia pudo, por fin, recuperar el determinismo. Una caterva de conceptos pseudobiológicos -raza, especie, atavismo, instinto, mestizaje, regresión, *ennemi héréditaire* (*Erbfeind*), *struggle for life*, *Lebensraum*...- irrumpió con zoológica algarabía en la serena morada de Clío. Empuñando la regla y el compás, sesudos antropólogos hicieron voto de dedicar su vida a medir perímetros craneales, calculando afanosos la trigonometría del prognatismo y el área del lóbulo auricular, orgullosos, por fin, de erigir la ciencia de lo humano sobre un firme cimiento de cosenos y tangentes.

Hyppolite Taine, prototipo de sabio materialista, ferviente *esprit fort* y devoto predicador de un cosmos sin demiurgo, fue, pese a la ingratitud de la posterioridad (que lo considera ancestro demasiado rústico para las sofisticaciones de moda), quién amasó la fortuna que disfrutaban muchos científicos sociales de hogaño: *La historia es la psicología aplicada. El historiador observa y traza las transformaciones que presenta una molécula humana, o un grupo de moléculas...;...todos los sentimientos, todas las ideas, todos los estados del alma humana son productos que tienen sus causas y sus leyes, y el porvenir de la historia radica en la investigación de esas causas y esas leyes. Mi objetivo y mi idea maestra es la asimilación de las investigaciones históricas y psicológicas a las investigaciones fisiológicas y químicas.*² Así, hasta llegar a su *boutade* más célebre: la conciencia es un producto químico de las neuronas, como el vitriolo. Todo para vender el nuevo abracadabra, el elixir milagroso de la historia. Tres factores por el precio de uno, que tan pronto explican los delirios de Milton, como los excesos de la *Commune*: Raza, Ambiente y Momento. ¡Poderosa geometría! Siete siglos después de Joaquín de Fiore, mágica trinidad volvía a reinar sobre la Historia... gracias a un estricto materialista.

² Hyppolite TAINÉ, *Orígenes de la Francia contemporánea*, Barcelona, Orbis, 1986, pág. 10 y ss.



Otros ensayaron vías más sugerentes, prefiriendo el camino de la aritmética al de la geometría. La economía, ciencia de honrado origen contable y limpio linaje algebraico, proporcionaría a la historia una sólida coartada matemática. Marx fue el primero en construir su visión del mundo sobre el valor económico de las mercancías. Lástima que estropeará su hallazgo insistiendo en algo tan inexacto como la “lucha de clases”, que, pese al envoltorio científico, es eufemismo que esconde pasiones demasiado humanas... Pero hasta los que rechazaban las conclusiones políticas del socialismo científico se sintieron fascinados por la capacidad cuantificadora del materialismo histórico. La historia se llenó de gráficos, tablas, series, estadísticas. El prestigio del número conquistó el corazón de muchos científicos sociales: bastaba desembarazarse de bagatelas idealistas y dejar que los datos hablaran por sí solos. Las oscilaciones del precio de la pimienta explicaban el Renacimiento; la curva de la exportación de la plata a Oriente, la caída del Imperio romano; la de la importación de oro americano, el Capitalismo; el descenso en la productividad del trigo, la Revolución francesa. Los bisnietos de Adam Smith, ¿quién lo iba a pensar?, fueron los que más se aficionaron al juego: ¡qué higiénica tarea, reducir el contraste entre Chicago y Calcuta a una impoluta serie de cifras puras!

Con el tiempo, esta concepción pseudomatemática de la historia penetró en palacios y cabañas, y reinó en manuales y monografías eruditas. Es la excusa que ha permitido arrinconar trasnochadas denominaciones como “Historia”, que rima con “histeria” y denota una lamentable propensión al sentimentalismo, para adoptar la fórmula prestigiosa, fría y neutra de “Ciencias sociales”. Nos hemos resignado a este cientificismo demediado; forma parte del *Zeitgeist*. Suponemos que la historia es una ecuación sumamente compleja, que comprende un número inmenso, pero al cabo finito de factores; su solución es el exacto resultado de cálculos no por desconocidos menos determinados. Hipotéticamente, cabría predecir la historia, si tuviéramos la paciencia y la capacidad suficientes: los planetas seguían sus previsibles órbitas elípticas mucho antes de que Kepler naciera. Tal como decía Taine, historiador trinitario: *La historia es un problema mecánico. La única diferencia estriba en que no puede medirse por los mismos medios ni definirse tan exactamente (como ocurre en el estudio de la*



materia inerte)³. Así, hemos terminado como el cándido Panglost, creyendo que vivimos en el mejor de los mundos posibles (porque es el único posible).

Por eso, porque no sabemos predecir el futuro, nos resarcimos prediciendo el pasado. Escribimos la historia como si ya estuviera decidida cuando sus protagonistas arriesgaban vida y fortuna, creyendo que de ello dependía su destino o el de sus hijos. Por encima de humanas pasiones, el historiador contempla los inútiles afanes de los mortales: ¿hay algo más digno de lástima que los ilusos proyectos de los hombres y las mujeres del pasado? Alejandro avanzando hasta la India, mientras el futuro esperaba en el Lacio; Espartaco haciendo la Revolución sin leer *El Capital*; Cleopatra soñando con el Imperio griego cuatro siglos antes de la fecha prevista; Carlomagno empeñado en unir lo que el feudalismo debe desintegrar; Napoleón planeando la invasión de Inglaterra, sin contar con que morirá en Santa Elena; Bolívar anhelando la América fraterna, fundando el ejército de Tirano Banderas; Einstein y Russell (¡matemáticos!) alborotando por una guerra atómica que no habrá lugar... El determinismo histórico-matemático consigue que las víctimas de la historia no parezcan inocentes: fue su culpa si no conocían las leyes. ¿Por qué no esperaron los albigenses a que madurase el tiempo de la Reforma? ¿por qué no lucharon más los amerindios? ¿por qué no se rindieron antes las Potencias Centrales? ¿por qué los que escapaban de los bombardeos se refugiaron en Dresde e Hiroshima? ¿por qué no se conformaron los palestinos con el primer reparto? Errores, lamentables errores de cálculo.

Ya nos sentíamos a gusto con este cómodo determinismo retrospectivo, cuando la matemática de verdad se volvió loca (tal vez Urania aborrecía en secreto sus órbitas intolerablemente exactas, y enviaba a Euterpe, a Terpsícore... a la primogénita, la gloriosa Clío). Precisamente ahora que las matemáticas se acercan a la historia, los historiadores miran a otro lado. Exigimos exactitud, pero asustados por el recuerdo de las integrales del bachillerato hemos renunciado a entender las *ciencias exactas*. Reservamos la calculadora para odiosos cálculos fiscales. Nuestro reloj se detuvo en tiempos de Euler. Nos

³ *Ibidem.*



conformamos con el universo de Laplace: ¡qué no nos lo cambien ahora!

Hoy, como siempre, es lícito buscar en las matemáticas el cimiento sobre el que construir nuestra visión del mundo; pero el universo de Newton hace un siglo que fue enterrado. Este artículo no aspira a contar la historia reciente de las matemáticas, ni ofrece recetas; tan solo pretende mostrar cómo algunos descubrimientos apasionantes derribaron hace tiempo la torre ebúrnea de las humanidades, y presentar algunas reflexiones, inspiradas por las perspectivas abiertas en las que antaño se llamaron ciencias exactas.

3. *El teorema de Gödel y la máquina de Turing (o de cómo el terremoto de Lisboa sacudió el mundo de los números).*

Como si de una parábola moral se tratara, los números perdieron el puesto privilegiado que les concedió Pitágoras por culpa de la soberbia de los aritméticos. En un año tan excesivamente redondo como 1900 se reunió en París un Congreso Mundial de Matemáticos. La estrella era David Hilbert, prusiano, uno de los primeros cerebros de su tiempo, pontífice de los formalistas. Esta escuela aplicaba a las matemáticas una especie de *splendid isolation* victoriana, negando que los matemáticos tuvieran que preocuparse por la relación entre sus fórmulas abstractas y la realidad. Según Hilbert, debían dedicarse a definir su ciencia como un sistema lógico que se explicara a sí mismo a partir de una serie de axiomas, para probar su “consistencia lógica”. El *axiomatisches Denken* conquistó a los matemáticos, que, puestos manos a la obra, se lanzaron a demostrar que la aritmética se demostraba a sí misma...

Pasaron tres décadas de áridos cálculos, hasta que, en Viena, un joven lógico que en 1938 tendría el detalle de exiliarse en EE.UU. demostró que su afán demostrativo era vano. La aritmética no puede demostrarse a sí misma, pues por muy extenso que sea el número de axiomas que empleemos en la definición de una teoría, siempre contendrá una proposición que no pueda ser demostrada sin acudir a una

nueva teoría⁴. Kurt Gödel acababa de probar que las matemáticas no eran, como creían los pitagóricos, fundamento de todo; que ni siquiera se sustentaban a sí mismas. Había nacido la “metamatemática” -quizás más cercana a la metafísica de lo que cabría atribuir al azar onomástico. Los teoremas de Gödel fueron para las matemáticas lo que el terremoto del día de Todos los Santos de 1755 había sido para los que confiaban en Dios (¿por qué escoger el día en que las iglesias estarían llenas y los cirios encendidos?) o en la Naturaleza (¿quién dio cuerda a ese reloj?). De ser los Atlas de este mundo, los formalistas habían pasado a ser lamentables Sísifos. Las consecuencias tardaron años en ser valoradas correctamente, y aún hoy siguen sin haber sido asumidas por muchos. Los manuales escolares suelen ignorarlas por completo: la famosa “nueva matemática” neoformalista, tan de moda hace unos años, no era sino un retorno reaccionario (y cuando menos paradójico) a las tesis trasnochadas de Hilbert, que no se planteaba su ineficacia cotidiana, ni menos aún su demostrada inconsistencia lógica⁵.

Entre las secuelas más notables del seísmo destacan los hallazgos de Alan M. Turing. Su famosa máquina, concebida en 1936, es un ente imaginario, pero podemos entender su esencia si decimos que Platón la habría llamado el “arquetipo” del ordenador en el mundo de las Ideas⁶: un cerebro con la máxima capacidad para resolver problemas matemáticos. Turing demostró que si introdujésemos en él ciertas proposiciones matemáticas, el ordenador platónico tardaría un tiempo

⁴ El teorema se formula así: (a) Toda teoría matemática coherente T que incluya los números naturales es incompleta, ya que T contiene proposiciones P tales que ni P ni su negación (no-P) son demostrables en T; (b) La teoría T no puede contener la demostración de su propia coherencia (es decir, no puede probar la ausencia de contradicción); la coherencia se puede demostrar en otra teoría mayor T', pero para ello se precisa otra teoría ampliada, T'', lo que conduce a una secuencia inacabable. Ernest NAGEL, *El teorema de Gödel*, Madrid, Tecnos, 1994.

⁵ La “nueva matemática” fue desarrollada por el colectivo francés *Bourbaki*. John D. BARROW, *¿Por qué el mundo es matemático?*, Barcelona, Grijalbo-Mondadori, 1997, pág. 83.

⁶ Técnicamente, se trata de la formalización del concepto de algoritmo: una sucesión de instrucciones que actúan en secuencia sobre valores de entrada, suministrando valores de salida. Es el fundamento teórico del automatismo, la cibernética y la calculabilidad. Alan M. TURING, *Mentes y máquinas*, Madrid, Tecnos, 1985.

infinito en decidir si son verdaderas o no⁷. Es decir, ignoramos si esas proposiciones son verdaderas, y no podemos averiguarlo con nuestra limitada capacidad. Pero un cerebro que dispusiera de una capacidad infinita tampoco podría alcanzar un veredicto en un tiempo finito: son “procesos no computables”. Las consecuencias de este descubrimiento son apasionantes, aunque pueden conmocionar a los que comulguen con el credo de Laplace (su desasosiego recuerda al de aquellos discípulos de Pitágoras que arrojaron al mar al compañero que había revelado la irracionalidad de π). Cabe pensar que algunos, quizás muchos de los procesos contenidos en las leyes del universo sean no computables. Pero la experiencia indica que las leyes se cumplen en tiempo finito, sin preocuparse porque tales procesos tarden una eternidad en ser computados. Si la intuición es el saber que no precisa razonamiento y precede a la comprensión, entonces podemos decir que la naturaleza calcula con mente “intuitiva” y “metamatemática”.

La lógica ha refutado el adjetivo “exacta”, epíteto homérico de las matemáticas: éstas no se distinguen de las ciencias humanas porque disfruten del privilegio de un saber absoluto o una certeza trascendental. En palabras de un matemático: *Si se define una ‘religión’ como un sistema de ideas que contiene enunciados indemostrables, entonces Gödel nos ha enseñado que la matemática no es sólo una religión, sino que es la única religión que puede demostrar por sí misma que lo es*⁸.

Estos temblores también tienen consecuencias gnoseológicas. Si nuestra mente es capaz de entender la lógica metamatemática del razonamiento de Gödel, si un cerebro humano pudo concebir la máquina imposible de Turing, entonces es que nuestra razón no sigue la lógica cartesiana⁹. Como intuyeran Spinoza, Kant o Bergson, la mente humana es fundamentalmente intuitiva. Y ya es hora de ir pensando que eso no supone precisamente una limitación.

⁷ René TATON (dir), *Historia general de las ciencias*, (3 Vol.), Barcelona, Orbis, 1988, vol. III, pág. 13.

⁸ Barrow (1997), pág. 77.

⁹ John PENROSE, *La nueva mente del emperador*, Madrid, Grijalbo-Mondadori, 1998.

4. La epifanía caótica (o de cómo los titanes derribaron una muralla china)

Los poetas vieron en el azar a un pariente cercano de la voluntad humana. Ignorando la más elemental corrección política, cantaron a Fortuna bajo el aspecto de una mujer hermosa, paradigma de inconstancia. El día en que la manzana de Newton cayó del árbol de la Ciencia, un ángel provisto de flamígera espada expulsó al azar de la naturaleza. Que Fortuna fuera *Imperatrix Mundi*, que las humanidades, saberes menores donde la exactitud es quimera, estuvieran dominadas por el capricho, podía aceptarse, al menos si no se era historiador. El *Homo sapiens* es, al fin y al cabo, *Homo ludens*. Pero en el cosmos del relojero no cabía el juego. Todo estaba allí determinado con helvética exactitud: sólo que el orden del universo era tan complejo que parecía sobrenatural, de la misma forma que el niño confunde un juguete mecánico con un objeto mágico. Los científicos del XIX habrían temido la caída del cielo sobre sus cabezas, de haber sospechado que el azar se agazapaba en el corazón de las ciencias exactas.

Si las místicas carmelitas experimentaban teofanías rodeadas de pucheros, a los matemáticos el caos se les manifestó en un ámbito no menos familiar y prosaico: las ecuaciones diofánticas¹⁰. Pese al nombre imponente (legado de su padre, Diofanto de Alejandría), estas ecuaciones pertenecen desde el siglo IV a. C. al dominio de las más ortodoxas matemáticas. Después de Newton, la física se ha servido de ellas para describir el universo. Sin embargo, estas ecuaciones tienen una curiosa propiedad, que -hay que admitirlo- recuerda demasiado la volubilidad de Fortuna y las quejas de las églogas bucólicas contra la dulce enemiga. Algunas tienen una solución fácil y sencilla; otras trazan gráficas razonables: soluciones periódicas, o asíntotas que se acercan eternamente a cierto valor. Pero las hay también que se resisten a los intentos de resolución con una obcecación muy mal vista socialmente en el mundo de las aritméticas, e incluso llegan a negarse en redondo a revelar su secreto más íntimo: si, siquiera, tienen solución.

¹⁰ Ecuaciones de más de una incógnita, en las que las soluciones son números enteros, p.e.: $x^2 + y^2 = z^2$, siendo $x=3$, $y=4$, $z=5$. El teorema de Pitágoras es un caso especial de esta ecuación -cuando $n=2$ -, el único soluble según Fermat.

Tal fue el caso del rompecabezas algebraico más famoso de todos los tiempos. El Teorema de Fermat se esconde detrás de una ecuación de apariencia inofensiva: $x^n + x^n = z^n$ ¹¹ Fermat (1601-1665), primer matemático de su siglo, dejó escrito en una anotación encontrada entre sus papeles póstumos que había dado con una demostración sencilla de que no puede haber solución para $n \neq 3$; pero, como quiera que en el margen no cabía, dejaba la transcripción para más tarde. La parca arrebató al genio junto con su secreto -o espejismo-, y aquel nefasto ahorro de papel sumió a los matemáticos en un desconcierto secular¹². La investigación en torno a este teorema, en la que han intervenido prácticamente todos los grandes matemáticos modernos, ha contribuido a definir el concepto de azar.

En matemáticas, caos significa *un comportamiento estocástico que ocurre en un sistema determinista*, e implica que la solución no obedece a ningún postulado que pueda expresarse de forma menos compleja que la serie misma¹³. Durante mucho tiempo se supuso (la mayoría de los no-matemáticos lo piensan aún) que una ecuación determinista debe tener resultados predecibles. Hoy sabemos lo contrario: un sistema regido por estas ecuaciones puede (y suele) proporcionar un resultado aleatorio. Así pues, el cálculo de probabilidades, inventado para distraer a los ludópatas, y utilizado después como fundamento de la estadística aplicada a las ciencias humanas¹⁴, ha ocu-

¹¹ Taton (1988), vol. II, pág. 246 y Penrose (1998), cap. IV.

¹² En 1993 A. Weil propuso una solución que tras ser parcialmente corregida ha sido aceptada por la comunidad académica. Existen otros teoremas similares que no han podido ser demostrados, aunque "intuitivamente" parezcan verdaderos, como el de Goldbach (1742), que afirma que todo número par superior a 2 es suma de dos números primos. Taton (1988), vol. III, pág. 27. y Simon SINGH, *El enigma de Fermat*, Barcelona, Planeta, 1998.

¹³ Concepto de aleatoriedad: una secuencia es aleatoria si su complejidad es igual a la longitud de la propia secuencia. La serie (2, 4, 6, 8,...) puede resumirse con la fórmula $x=2n$ (siendo $n=1, 2, 3, 4, \dots$), luego no es aleatoria. En cambio, no hay fórmula capaz de resumir una secuencia aleatoria (p.ej., los decimales de π).

¹⁴ Fermat y Pascal fueron pioneros en el estudio del azar. Christian Huygens publicó en 1657 el primer libro dedicado a la teoría de las probabilidades, *De ratiociniis in ludo aleae*, aunque la obra clásica sobre el tema es de Laplace (cfr. nota 18). La aplicación de este cálculo a las ciencias sociales

pado su puesto en el mundo de las ciencias puras. Y que nadie se consuele pensando que se trata de ecuaciones abstractas y raras. Poincaré, uno de los primeros matemáticos que intuyeron el caos, topó con él estudiando un ejercicio práctico: el problema de los tres cuerpos. Sean dos planetas inmóviles, cuya masa conocemos, y un cuerpo pequeño, de masa insignificante, afectado por la gravedad de los dos mayores. Según las leyes de Newton: ¿cuál será la órbita de éste? La solución es estocástica: el tercer cuerpo traza una órbita caprichosa, impredecible, pues nunca pasa dos veces por el mismo punto del espacio.

Cuando los historiadores reaccionaron contra los excesos positivistas, reivindicaron la libertad como rasgo diferencial de las humanidades. El historicismo erigió una Gran Muralla de prejuicios para separar ambas regiones del conocimiento. Pero, en su empeño arquitectónico, los historiadores pretendían precisamente lo contrario que su antecesor chino, el emperador Qin Shi Huang Di. Aquel remoto tirano quiso proteger con su muralla el orden que reinaba en el Imperio del Centro de la barbarie de los nómadas esteparios. Lo que los historicistas deseaban salvaguardar era el caos de este lado, el de las humanidades, de las tentaciones del cosmos científico exterior. La historia, arrastrando consigo a la geografía, se convirtió en tierra sin ley. Obviando la paradoja lógica que supone imponer la anarquía por

se debe a Adolphe Quetelet (1796-1874), padre de la estadística, o “física social” (Ian STEWART, *¿Juega Dios a los dados? La nueva matemática del caos*, Barcelona, Grijalbo-Mondadori, 1996, pág. 50-58). Una curiosa paradoja historiográfica: en la obra clásica de Huizinga sobre el juego (Johan HUIZINGA, *Homo Ludens*, Barcelona, Altaya, 1997) ni siquiera se menciona la importancia del concepto de azar en el desarrollo de las matemáticas, ni las paradojas lógicas -verdaderas adivinanzas- que por entonces ocupaban a matemáticos o servían a los físicos para discutir la teoría cuántica. Sin embargo, la primera edición inglesa es de 1938, posterior en siete años a la formulación del teorema de Gödel, y en tres al acertijo gatuno de Schrödinger. No hay mejor ilustración del divorcio que durante este siglo ha incomunicado a historiadores y matemáticos: mientras al alcance de su mirada el juego y el azar estaban provocando una revolución en la ciencia y la filosofía, el erudito neerlandés buscaba ejemplos para ilustrar su capítulo sobre “El juego y el saber”... ¡en la India védica!.



decreto¹⁵, se prohibió al historiador buscar leyes: debía limitarse a describir.

Pero si algo tienen en común todas las murallas es que acaban cayendo. Cayeron las de Jericó al son de trompetas, y las de Roma, consagradas con la sangre del fratricidio, y hasta el muro de Berlín acabó por los suelos. Incluso las murallas sagradas de Troya, levantadas por Poseidón, fueron derribadas un día por el divino tridente de su constructor arrepentido. Llegó el día en que la historia no pudo contener más tiempo a los libérrimos bárbaros en el interior del limes. Aquella nítida frontera que otrora separara la determinación de las ciencias físico-matemáticas de la probabilidad de las humanidades se desvaneció cuando el eco de palabras como “incertidumbre”, “azar” o “estocástico” resonó en las interminables estepas de la exactitud. Desde las matemáticas, la horda alcanzó la física. La topología -desarrollada para solucionar el problema de los tres cuerpos-, encontró aplicación en la dinámica de fluidos, trastornando la atmósfera. Mas no se detuvo en la cueva de Eolo el avance de los hunos de la probabilidad: sin respetar nada humano ni divino, invadieron los dominios de la biología, la química, la geología... rindiendo por fin, tras largo cerco, la fortaleza astronómica. Sí, también los sagrados recintos de Urania fueron profanados por la caótica invasión. La titánica rebelión alteró el ritmo cósmico de los dioses-astros del Olimpo. Las matemáticas caóticas explicaron el comportamiento excéntrico de Hiperión -satélite de Saturno-, la distribución irregular del cinturón de asteroides que se extiende entre Júpiter y Marte, y hasta la caprichosa dispersión de divinas gotas lácteas que escaparon del seno de Juno, la de ojos de becerra, mientras amamantaba a Hércules. Incluso hay quien se atreve a sugerir que el caos pudo dibujar la órbita infernal del temible Plutón¹⁶.

¹⁵ Russell estudió estas paradojas, que contienen una contradicción en el predicado (Dilema del barbero: si el barbero afeita a todos los habitantes del pueblo que no se afeitan a sí mismos, ¿quién le afeita a él?) Las paradojas ya habían interesado a los sabios de la Antigüedad (que conocían un problema similar a éste, el del cretense mendaz). Olvidadas luego, en el siglo XX se revelaron como un método eficaz de razonamiento. Algunas de las grandes especulaciones de la física han adoptado esta forma clásica: p. e., la paradoja de Einstein-Podolski-Rosen sobre mecánica cuántica.

¹⁶ Steward (1996), cap. 12.

5. *El efecto mariposa (o de cómo un lepidóptero revisionista confesó un sabotaje de los planes quinquenales)*

En 1963, el meteorólogo Edward Lorenz buscaba la piedra filosofal de su ciencia: la predicción del tiempo a largo plazo. Pese a la multiplicación de las estaciones meteorológicas y la mejora de los sistemas de medición, las previsiones no acertaban más allá del “pasado mañana”. La culpa recaía sobre la insuficiencia de datos o los errores de medida. Excusas poco convincentes: se suponía que el funcionamiento de la dinámica atmosférica estaba bien definido; anticiclones o borrascas son fenómenos de escala suficiente como para que puedan medirse con cierta holgura. Sobre el papel, la dinámica podía pronosticarse con ayuda de *sistemas finitos de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales deterministas, ideados para representar flujos hidrodinámicos disipativos forzados* (Lorenz dixit)¹⁷. Pero, si las ecuaciones eran deterministas, ¿por qué fallaban las previsiones?

Lorenz descubrió que el problema no estaba en los datos, sino en una propiedad de las ecuaciones: los cálculos no erraban por su inexactitud, sino por ser demasiado exactos. Aunque deterministas, las ecuaciones de la dinámica atmosférica resultan sumamente sensibles a cualquier cambio de las condiciones iniciales. Para comprobarlo, basta con *iterar* (repetir muchas veces la misma operación aritmética) unas ecuaciones con unos valores, dibujando la gráfica correspondiente. A continuación, se repiten los mismos cálculos, modificando mínimamente alguno de los datos iniciales (por ejemplo, redondeando un dígito decimal). Parece que lo lógico sería que tan ínfima alteración provocará una desviación mínima. Pero no es así: a partir del cambio, la nueva gráfica se separa de la originaria, y al poco tiempo “enloquece”, recorriendo una trayectoria absolutamente distinta. Lorenz tradujo esta propiedad de la dinámica atmosférica con una imagen digna de un poeta chino: una mariposa mueve sus alas, y el aleteo provoca, al cabo de meses, un huracán en otro hemisferio. Eso es el “efecto mariposa”. Los matemáticos, más prosaicos, dijeron que Lorenz había encontrado un *atractor extraño*, término derivado de la dinámica de fluidos que designa *una curva del espacio de las fases que describe la trayectoria de un sistema en movimiento caótico*. Es-

¹⁷ *Ibidem*, pág. 139.

tos sistemas son impredecibles: conocer su configuración en un momento dado no permite prever con certeza su configuración en un momento posterior. El atractor extraño echa abajo la optimista pretensión de Laplace, envidiada por los “científicos sociales” durante dos siglos: *Un ser inteligente que en un instante dado conociera todas las fuerzas que animan la Naturaleza, y las posiciones de los seres que forman parte de ella, y que fuera lo suficientemente grande como para poder analizar dichos datos, podría condensar en una única fórmula el movimiento de los objetos más grandes del universo y de los átomos más ligeros: nada sería incierto para dicho ser; y tanto el futuro como el pasado estarían presentes ante sus ojos*¹⁸.

¿Las implicaciones de este efecto en la dinámica histórica? Entre otras cosas, hacen inútiles las ecuaciones de Asimov: el más leve aleteo social en Alfa Centauro provocaría una desviación gigantesca en la otra punta de la galaxia, imposible de predecir, aunque la Fundación dispusiera de la máquina platónica de Turing. De vuelta en nuestro planeta, el *efecto mariposa* resulta de aplicación automática en la economía. Explica por qué nunca funcionará una política rígida, que aplique con monótona obstinación una receta económica, sea ésta el monetarismo friedmaniano o los planes quinquenales soviéticos. Simplemente, por muy bien hechos que estén los planes iniciales, por muy correctas que sean las ecuaciones utilizadas en las previsiones, la dinámica económica llevará al poco tiempo a una desviación que, por ínfima que sea al principio, provocará enormes desajustes en el trans-

¹⁸ En *Ensayo filosófico sobre las probabilidades (1814)*, citado en Steward (1996), pág. 16. Borges escribió una subversiva “inquisición” sobre esta cita de Laplace (o mejor dicho, sobre una idea de Stuart Mill, derivada de lo que el argentino llama maliciosamente “*cierta fantasía de Laplace*”), que relaciona con la inquietante versión de la Creación según Gosse. Este fundamentalista victoriano, angustiado por los fósiles que desmentían el Génesis, postuló un universo “*rigurosamente causal, infinito, que ha sido interrumpido por un acto pretérito: la Creación*”. Es decir, imaginó que ese hipotético onniscente ser laplaciano había creado el mundo en un estado intermedio de su desarrollo (con fósiles, para probar la fe). Russell dio otra vuelta de tuerca a esta idea, suponiendo “*que el planeta ha sido creado hace pocos minutos, provisto de una humanidad que ‘recuerda’ un pasado ilusorio*”. “La creación y P.H. Gosse”, en Jorge Luis BORGES, *Otras inquisiciones*, Madrid, Alianza Editorial, 1997, pág. 41.



curso del tiempo, que se convertirán en catástrofes si no se corrigen en seguida. Las decenas de millones de campesinos chinos que murieron de hambre durante el Gran Salto Adelante, fiados en la infalibilidad matemática del Gran Timonel, o las muchedumbres depauperadas por el *Crack* de 1929, sacrificadas en aras del principio de no-intervención del Estado, deberían ser pruebas suficientes de las nefastas consecuencias de una errónea comprensión de las ecuaciones matemáticas. Pero el *efecto mariposa* podría extrapolarse también a otros campos, en la medida en que podemos suponer que se rigen por procesos afines a los matemáticos. Por ejemplo, podría servir para corregir la manía de la “justificación retrospectiva”, que a veces produce, en las simplificaciones de manual, excesos inauditos.

Suele admitirse que los fenómenos históricos son fruto de procesos a gran escala que a menudo podemos describir con cierta seguridad: de ahí deducimos que se trata de procesos deterministas, abocados a una única solución, en teoría predecible. Solemos pensar también que las acciones de una persona -sobre todo si no se trata de un gran personaje-, no pueden alterar los acontecimientos capitales de la historia. Esos procesos históricos, esas grandes líneas trazadas por los “motores” de la historia, son análogos a las ecuaciones deterministas de la dinámica de fluidos. Pero sabemos que cualquier pequeña alteración puede causar en ésta desviaciones colosales. Si eso ocurre en el ámbito matemático, tradicionalmente considerado el reino de la necesidad, ¿no cabría suponer al menos lo mismo de la historia? Basta echar una ojeada a las crónicas para concebir la sospecha de que están plagadas de *efectos mariposa*; y es seguro que otros no fueron ni siquiera detectados, por su apariencia insignificante. Pero sí se registraron sus consecuencias. Son esos aparentes *caprichos* de la historia que conmueven a los espectadores de los acontecimientos, pero que dejan impávidos a los historiadores futuros, siempre dispuestos a afirmar que eran lógicos e inevitables. Son esas revoluciones de la rueda de Fortuna que cantan los poetas, esos guijarros que derriban colosos (hasta que no caen, nadie se da cuenta de que tenían los pies de barro), esas súbitas desventuras que arrojan a los sabios a los brazos consoladores de la dama Filosofía, esas sorpresas que los agoreros con vocación de oráculos convierten en profecías *ex eventu*. Claro, que convencidos de que en el billar de la historia las carambolas no suceden por casualidad, con el tiempo conseguimos justificar lo ocurrido. Al

cabo de un par de monografías, la historia que conocemos parece ser la única solución posible. Sin embargo, los acontecimientos tienen la fea costumbre de ignorar a los expertos. No hace falta ir demasiado lejos. Hoy ya se enseña la historia de la Guerra fría como un camino rectilíneo y previsible. Pero, en el año de la invasión de Afganistán, ¿quién hubiera creído que la URSS no celebraría su septuagésimo cumpleaños, que el comunismo europeo se evaporaría, sin necesidad de una guerra apocalíptica o una violenta contrarrevolución, sin apenas oponer resistencia ni dejar huella? ¿quién habría osado imaginar que un día cercano la OTAN bombardearía Belgrado?

Quizás sea el efecto mariposa la única manera de explicar el triunfo de Roma sobre Cartago, el descubrimiento de América o el absurdo estallido de la Gran Guerra. Por supuesto, los manuales afirman que aquello ocurrió así, porque así lo disponían los libros sibilinos, pero imaginemos por un momento que Aníbal se hubiese lanzado sobre Roma, que Colón hubiera viajado a Inglaterra, o que la guerra hubiese empezado en Fashoda o Agadir (o que los socialistas hubiesen dicho no a la *Union sacrée*, a la *Burgfriede*...). Sin forzar el marco de lo verosímil, ni postular predicados imposibles, ¿acaso no podemos imaginar argumentos tan convincentes como los que empleamos a diario para explicar la historia real, con los que justificar la necesidad de esa historia “virtual”? Este tipo de fabulaciones eran consideradas hasta ahora como “historia-ficción”, y estaban prohibidas al historiador. Hoy podrían servir de ilustración de una tesis científica en boga, la de los “universos paralelos”, derivada de la mecánica cuántica. Imaginando viajes temporales, los escritores de ciencia-ficción suelen introducir algún *efecto mariposa* que cambia el futuro (o, por decirlo más *cuánticamente*, hace viajar a los protagonistas a universos paralelos al que llamamos real)¹⁹. Nosotros, sin necesidad de acudir a la

¹⁹ En la actualidad proliferan las novelas que juegan con la hipótesis de los universos paralelos, como *Toward the End of Time* (J. Updike, 1997) o *Making History* (S. Fry, 1996). El argumento de la última está concebido en torno a un *efecto mariposa*, y especula con la posibilidad de que el *Führer*, en lugar de un ex-cabo ignorante e incapaz de entender las nuevas teorías físico-matemáticas, hubiera sido un político hábil y culto, consciente de la conveniencia de aprovechar en su favor ese imponente éxodo de genios centroeuropeos que en los treinta buscó refugio en Princeton, y del que formaban parte Gödel, Einstein y los padres de la bomba atómica...

futurología, podemos reivindicar dentro de nuestra tradición literaria un magnífico precedente.

De los *universos paralelos* y los *efectos mariposas* barruntaba algo don Benito, cuando concibió a Juan de Santiuste, alias *Confusio*, un lúcido orate galdosiano que aparece como personaje intermitente en las últimas series de los *Episodios nacionales*. *Confusio* es historiador, y ha perdido el juicio contemplando cómo de un tiempo a esta parte la Patria se empeña en escoger en cada encrucijada la senda errada. Para consolarse, escribe una *Historia lógico-natural de los españoles de ambos mundos en el siglo XIX*, que diverge de la que conocemos a partir de 1823. *Confusio* intuye que las ecuaciones de la historia hispana fueron alteradas por una mariposa, y decide aplastar al insecto infame. Basta con que los liberales, cercados en Cádiz por la copiosa prole de San Luis, en vez de liberar al rey para que disfrute de la venganza se decidan a fusilarle (más adelante caerá *Confusio* en la cuenta de que olvidó a don Carlos María Isidro, y tendrá que intercalar en su relato la escena emocionante de la despedida fraterna ante el pelotón). Así comienza la Segunda Guerra de la Independencia (1823-1828). Los patriotas proclaman reina a Isabel (que no será ya hija de la napolitana, sino de Isabel de Braganza, y habrá sido criada en Portugal por su familia iberista). En la larga lucha contra el extranjero y el servil destaca la figura carismática de don Fernando María del Pilar, alias *Pilarón*, hidalgo aragonés, digno paisano de Lanuza, Aranda y Palafox. La virtual Isabel, más dichosa que su homónima en este universo paralelo, se casa con el viril héroe. Y así, con la celebración de una *fiesta majestuosa de la Federación de los Estados hispanos*, comienza el reinado de doña Isabel II y don Fernando VIII, reyes liberales a fuer de católicos, *soberanos con las Cortes panibéricas*, que abre una era de grandeza, prosperidad y concordia para la Iberia libre...²⁰

6. La revolución geométrica (o de cómo Einstein curvó las paralelas de Euclides)

La revolución matemática alcanzó también al mundo de las formas. Desde el siglo XVIII los matemáticos se preocupaban por las tesis de Euclides. En particular, se discutía sobre la proposición

²⁰ PÉREZ GALDÓS, Benito: *Prim* (Episodio Nacional nº 39), Madrid, Hernando, 1972, capítulos 7, 9, 10 y 11.

quinta, que define las paralelas. Esta tesis -que sostiene que tomando un punto cualquiera exterior a una línea recta, es posible trazar otra recta tal, que pase por ese punto y no se cruce nunca con la recta inicial- no es válida en un espacio esférico, como demuestra el ejemplo de los meridianos: en la proyección cilíndrica de Mercátor parecen líneas paralelas, pero colocados sobre una esfera se cruzan en ambos polos. Este descubrimiento de apariencia banal resultó bastante traumático, pues estas tesis no sólo habían sido la base de la geometría desde la Antigüedad: hasta Kant, habían servido además a los filósofos como ejemplo de lógica irrefutable, de verdad inmediatamente percibida por la razón. A lo largo del siglo XIX matemáticos como Gauss explorarían un nuevo universo de espacios y formas: las “geometrías no euclidianas”²¹.

El desarrollo de la topología de Poincaré revolucionó la geometría e impulsó el estudio del caos. Casi al mismo tiempo se enunciaba la teoría de la relatividad, que implicaba la alteración de la geometría del espacio-tiempo (la “curvatura del espacio”). La física relativista era incompatible con la geometría clásica: *si estamos decididos a descartar la posibilidad del movimiento absoluto y conservar la idea de una teoría general de la relatividad, entonces la física debe ser edificada sobre la base de una geometría más general que la de Euclides*²². Einstein demostró que la geometría euclidiana no sólo no era la única posible, sino que además ni siquiera era la que correspondía a la realidad. Tan sólo podía considerarse como una mera aproximación idealizada a un universo de naturaleza no-euclidiana. Desde entonces, la física no ha cesado de influir en la geometría, obligando a la rama más gráfica de las matemáticas a desarrollar conceptos tan abstractos que desesperan hasta a los expertos, por no hablar de los neófitos. Tal es el caso de las *supercuerdas*, consideradas por algunos el embrión de una *Teoría del Todo* unificadora de la mecánica cuántica y la relatividad. Esta hipótesis especula con la posibilidad de que nuestro universo tenga en realidad 10 ó 26 dimensiones. Su apariencia tretradiimensional se debe a que sólo somos capaces de percibir tres dimensiones espaciales y una temporal: las demás estarían “enrolla-

²¹ Taton (1988), vol. III, pág. 45 y ss.

²² Albert EINSTEIN y Leopold INFELD, *La evolución de la física*, Barcelona, Salvat, 1993, cap. “Geometría y experiencia”, pág. 184.

das” o “plegadas” (!) sobre sí mismas, y tan sólo existirían para explicar con sus hipotéticas “vibraciones” complejísimas propiedades de ciertas partículas subatómicas²³.

Entre las nuevas ramas matemáticas destaca la geometría fractal. El concepto de fractal se debe al matemático francés, de origen polaco, Benoît Mandelbrot: se define como una figura geométrica cuya dimensión es un número fraccionario. Aunque resulte difícil de entender, no debe pensarse que los fractales sean excepcionales en la realidad. Al contrario: se están descubriendo aplicaciones de la geometría fractal en ámbitos tan distintos como la demografía animal, el ritmo cardíaco o la disposición de las galaxias²⁴. Si los eleatas concebían el ser como una esfera, si en la Ilustración se representaba el universo con la metáfora del reloj, el concepto de estructura propio de nuestro tiempo es el fractal.

La propiedad más llamativa del fractal es la “autosimilitud”, o repetición de formas a diferentes escalas y niveles. La estructura de un árbol es un ejemplo: la silueta que percibimos desde lejos se repite en el diseño de las sucesivas ramificaciones, que se extienden desde el tronco hasta el borde de la copa, en una escala descendente de tamaño. Un niño intuye la geometría fractal cuando corta una rama y la coloca entre las figuras del belén, simulando un árbol completo. Creo que una observación de E. H. Gombrich sobre Leonardo demuestra que el sabio toscano no sólo había presentado la geometría fractal, sino también la posibilidad de encontrar un factor de reproducción de escala. Preocupado por la representación pictórica de los árboles, Da Vinci dedicó una buena parte del Códex Urbinas a desentrañar el misterio geométrico de la botánica, que intentó expresar de esta manera: *Cada división de las ramas, cuando se junta, iguala el grosor que tiene la rama en el punto de ramificación*²⁵. Hoy sabemos que existe ese factor que Leonardo buscaba en vano: es un número irracional próximo a

²³ P.C.W. DAVIES, y J. BROWN (ed.), *Supercuerdas, ¿una teoría de todo?*, Madrid, Alianza Editorial, 1988, pág. 145.

²⁴ Benoît MANDELBROT, *La geometría fractal de la naturaleza*, Barcelona, Tusquets, 1997 y *Los objetos fractales: forma, azar y dimensión*, Barcelona, Círculo de Lectores, 1996.

²⁵ E. H. GOMBRICH, *Nuevas visiones de viejos maestros*, Alianza Editorial, Madrid, 1994, pág. 45.

4,669 conocido como “autovalor de Feigenbaum”. Este matemático dio con él gracias a una representación gráfica que lleva el nombre gráfico (y redundante) de “árbol de Feigenbaum”²⁶.

Otros ejemplos de fractales en la naturaleza son las formas de las nubes, los brazos de los corales o el trazado del litoral. Uno de los casos más hermosos de fractal es el sistema u “hombre” de Mandelbrot. Tras ese nombre de resonancia cabalística se esconde un complejo diseño que recuerda a un buda gordinflón, pero que en realidad es la representación gráfica de la iteración de una ecuación de apariencia abstrusa: $z \rightarrow z^2 + c$ ²⁷. Lo sorprendente de este diseño, de perímetro recortado e irregular, es que si ampliamos cualquier detalle de su contorno volvemos a encontrar el mismo dibujo. Esta operación no tiene límite: un fractal es un tipo de objeto geométrico que mantiene su estructura en un rango infinito de escalas. Por eso también puede definirse el fractal como una figura de área finita y perímetro infinito. Hoy la geometría fractal se aplica a ámbitos tan diferentes como la astronomía o la cartografía. Si, como muchos científicos creen, el fractal es el modelo geométrico preferido por la naturaleza, ¿podría tener también aplicación en la historia?

7. Geometría histórica (o de cómo Roma colonizó la galaxia)

Una vieja sentencia, atribuida por la tradición esotérica a Hermes Trismegisto, podría interpretarse como fórmula sintética del fractal: *lo de arriba equivale a lo de abajo*. Pero también serviría de regla histórica. Para dar con una intuición de la geometría fractal aplicada a la historia acudiremos a un autor excepcional: Giambattista Vico.

²⁶ Es la representación gráfica de la ecuación $x \rightarrow kx(1-x)$, siendo x cualquier valor entre 0 y 1, y k un parámetro entre 0 y 4. También se la conoce como “aplicación logística”. Feigenbaum la utilizó para aproximarse al estudio de las transiciones de fase no lineales -p.e., en los cambios de estado de la materia- mediante un método llamado “renormalización”, basado sobre la tendencia de ciertas estructuras matemáticas a repetirse en diferentes escalas. Steward (1996), pág. 208 y ss.

²⁷ Para todo los valores de z y siendo c un punto cualquiera del plano complejo. El dibujo resulta de colorear aquellos puntos en los que la solución está acotada. Mandelbrot (1997), *pássim*; Steward (1996), pág. 237 y ss.; y Penrose (1998), pág. 132 y ss.

Vico publicó sus *Principi di Scienza Nuova d'intorno alla comune natura delle Nazioni* en 1725. Aunque la obra todavía hoy sorprende por su originalidad, aquel oscuro preceptor pasaba entonces por ser un pobre diablo algo excéntrico: hubo que esperar más de cien años, y un historiador de la talla de Michelet, para que se reconocieran sus méritos. Su aislamiento, en pleno siglo de las Luces, no resulta tan extraño si aclaramos que disentía de la lógica cartesiana y negaba a la física el título de ciencia. Pese al opresivo ambiente de la Contrarreforma napolitana, su noción de providencialismo histórico es singularmente audaz y moderna: pues se atreve a distinguir cuidadosamente la “Providencia metafísica” -de obligada mención, pero que en su sistema no tiene asignado ningún papel-, de una “Providencia civil” que concibe como una lógica inmanente al proceso histórico. Los títulos barrocos suelen guardar poca relación con el contenido, pero no es este el caso: Vico llama a la historia “nueva ciencia”, porque sólo admite una “vieja ciencia” con status comparable al suyo. ¿Adivinan cuál? Sí, las matemáticas: [Para Vico] *toda ciencia humana es, en realidad, imitación de la ciencia divina, y como tal parte muy reducida de lo que Dios conoce y sabe. Dios lo conoce y lo comprende todo, porque lo ha hecho todo; el hombre conoce y comprende sólo algunas cosas, muy pocas, precisamente las que él mismo hace. Las demás las piensa, pero no las entiende. Ahora bien, sólo hay dos cosas que el hombre verdaderamente hace: una de esas es la matemática, la ciencia de lo más abstracto; otra es la historia, el saber de lo más concreto. Sólo para ellas hay criterio de verdad absoluto, y por tanto, absoluta y verdadera ciencia.*²⁸

Su filosofía se basa sobre una visión de naturaleza geométrica: en el curso de su vida, las naciones pasan por los mismos estadios que los humanos; y, a su vez, la historia de la humanidad reproduce, en escala mayor, las mismas fases. El esquema cíclico se repite en cada uno de los niveles: el personal, el nacional, el universal. Con una ingenuidad propia del siglo, instituye la triada como norma. Tres edades en el hombre, infancia, juventud y madurez; tres eras: la de los dioses, la de los héroes, la de los hombres; y, en consecuencia, tres tipos de naturalezas, de costumbres, de derechos naturales, de lenguas, de caracteres, de jurisprudencias, de autoridades... Tres tipos, en fin, de gobier-

²⁸ José FERRATER MORA, *Cuatro visiones de la historia universal: San Agustín, Vico, Voltaire, Hegel*, Madrid, Alianza Ed.-C.I.L., 1984, pág. 53.



nos: teocracia, aristocracia, “gobierno humano”²⁹. Al final de cada ciclo, la historia recomienza: son los famosos *corsi e ricorsi* que permiten entenderla como una constante evolución cíclica, tan distinta del progreso rectilíneo e infinito que predicaba la ortodoxia ilustrada. Es posible que, al elegir el tres, Vico estuviera influido por esa tradición trinitaria a la que pertenecían autores tan dispares como Joaquín de Fiore, Petrarca o Taine (por no hablar de Hegel, Comte o Marx). Pero creemos que entre el místico calabrés y el sabio partenopeo hay una afinidad mayor de la que cabría pensar a primera vista. De Fiore creía, con una certeza mayor de la que podamos siquiera soñar en esta edad dubitante, que la Divinidad era Trina. La lógica le hacía extrapolar el esquema teológico “de arriba” a la definición de lo de “abajo”, la historia humana. Vico invierte el recorrido, adoptando una perspectiva *di sotto in sù*. Profundamente humanista, parte del hombre, para proyectar hacia lo alto -de lo individual a lo colectivo- el esquema de las edades. Pero ambos coinciden en la suposición de que el mismo esquema geométrico sobre el que se funda el universo subyace en el proceso histórico. Vico no fue pues el único, ni el primero en intuir la “autosimilitud” de la geometría histórica. Por eso, pese a los disparatados errores en que incurre, su teoría de los ciclos sigue interesando todavía. Sólo que, a partir de un cierto momento, la historiografía arrinconó la idea, y se la cedió como cosa vieja y desechable a los literatos.

Cuando Galdós titulaba dos de los capítulos decisivos de su novela cenital *La Restauración vencedora* y *La Revolución vencida*, no sólo aludía al trasfondo histórico de la narración (la entrada de Alfonso XII en Madrid, tras el pronunciamiento de Sagunto), sino a algo más profundo: la analogía que existe entre la biografía de los individuos y la historia de las naciones. La dolorosa peripecia de Fortunata y Jacinta es una vivencia humana, una de las mil soluciones posibles del eterno teorema del triángulo amoroso. Pero también expresa, con lógica intuitiva y una riqueza de matices difícil de encontrar en un tratado historiográfico, la esencia de ese momento. Y no porque se puedan establecer correspondencias unívocas y conmutativas entre los personajes

²⁹ Giambattista VICO, *Principios de Ciencia nueva. En torno a la naturaleza común de las naciones*, Barcelona, Orbis, 1985. Traducción de la tercera edición de 1744 (por J.M. Bermudo).

de la novela y los grupos sociales de 1875: eso haría de ella una alegoría, y nadie resiste la lectura de una alegoría de más de dos mil páginas pensando que es genial como prueba, escójase, si se considerase imprescindible, entre lo más granado de la literatura ortodoxa soviética). Lo que el novelista percibe es que a veces la historia se ve mejor con el microscopio que con el telescopio. Tal es la esencia de los *Episodios Nacionales*: en ellos la historia minúscula se entreteje (sin confundirse) con la Historia mayúscula. La coartada literaria permitía a Galdós esas licencias; sin embargo, creemos que al actuar así lo hacía más como historiador que como novelista: pues no en vano era discípulo dilecto de la primogénita de Mnemosine, a quien se atrevió a convertir en personaje con el cariñoso apelativo de *Mariclío* (el mismo, por cierto, que daba a su hija en las cartas familiares). En realidad, ése es también el mecanismo de la épica tradicional. Las epopeyas tratan, en un plano literal, de las andanzas de ciertos personajes heroicos. Pero desde el romanticismo no las interpretamos como crónicas biográficas, sino como relatos fundacionales de naciones, de pueblos, de colectividades de las que el héroe no es sino una proyección individual.

Este artículo empezaba con una de tantas recreaciones galácticas de la historia romana³⁰. No era casual: no hay mejor ilustración de cómo un proceso histórico puede inspirar a los que ven en la historia la repetición eterna de un número limitado de modelos. Este no es sino un caso más dentro de una tradición antiquísima que ha tomado la historia de Roma como arquetipo que se puede aplicar a cualquier Estado, en cualquier edad o latitud. La ascensión de la Urbe desde su rústico origen hasta el trono del orbe, y su paulatino descenso hacia la oscuridad, representa un esquema tan atractivo y cercano a la experiencia humana, que se ha convertido en la historia por antonomasia (Vico diría simplemente que Roma es una *nazione* que completó su ciclo). Sabemos lo que significa la etapa “clásica” de un estilo artístico, aunque éste sea el maya, y no pueda estar más alejado de la estética grecolatina; entendemos expresiones como *pax britannica* o *Imperio americano* porque remiten a ese modelo. Todas las *decadencias*, todos los orbes senescentes -el Perú del inca Garcilaso, la Parma de

³⁰ Hasta tal punto, que “República” o “Imperio” pertenecen ya al vocabulario propio de la ciencia-ficción. Sin ir muy lejos, la última película de George Lucas copia al pie de la letra la carrera de cuádrigas de Ben-Hur.



Stendhal, el Sur de Faulkner, la Sicilia de Lampedusa, el Lübeck de Mann, el Faubourg Saint-Germain de Proust, la Viena de Musil, la Mallorca de Villalonga- repiten el eco melancólico de aquellos siglos moribundos: los de Agustín, Hipatia y Boecio. El Basileus bizantino, el Káiser germánico, el Zar ruso y el Pontífice católico se disputaron la legítima herencia de los césares. La *beata Antichità* resucitó en el Renacimiento; la virtuosa República fascinó a los ilustrados, sus instituciones fueron modelos de la Revolución, y sus héroes, el santoral laico de la masonería. El Imperio inspiró a todos los Estados que en algún momento soñaron con el dominio universal. Napoleón se creyó un nuevo César; los Habsburgo, más modestos, se decían sus descendientes. Los alemanes de Bismarck ensalzaron su hazaña comparándola con la de Arminius. Los comunistas tuvieron a Espartaco por glorioso precedente; Rostovtzeff, fugitivo de los bolcheviques, confundió la Revolución rusa con la crisis del siglo III.

Hace algún tiempo di con un caso extremo de la fascinación que la historia romana ejerce aún sobre nuestra civilización. Aquel autor se tomaba en serio la vieja idea del “gran año” astrológico, cuyos “meses” -*eras zodiacales*- se suceden cada veintidós siglos. Esa excusa servía para comparar la historia del Imperio por antonomasia con la de los EE.UU. Sumando 2160 años a las efemérides romanas, ajustando aquí y allá -si se les sabe tratar, los astros saben ser flexibles-, se hilvanaban una serie de comparaciones, no desprovistas de encanto. Eneas y sus troyanos se reencarnaban en los *Pilgrims fathers*; la conquista del Oeste rememoraba las guerras itálicas, mientras que las púnicas se reflejaban en las contiendas mundiales y la Guerra fría; hasta el asesinato de los Graco encontraba su gemelo astrológico en el magnicidio de los Kennedy. Ahora que el Cartago soviético ha sido destruido debemos esperar la conquista de Grecia (es decir, de Europa, según el moderno *mathematicus*). Este caso sugiere otra cuestión: la geometría fractal, ¿está en la historia o en nuestro cerebro? Pero antes de cambiar la ontología por la gnoseología, podríamos utilizar el fractal para abordar un problema histórico concreto: la *teoría de la mano negra*.

Las repeticiones aparentes de la historia son más frecuentes en períodos críticos. Sea la aparición de un movimiento herético, un motín de subsistencia en el Antiguo régimen o un pogromo zarista, la se-

cuencia y los elementos de las crisis sociales se reproducen con sorprendente “autosimilitud”. Norman Cohn, un experto en los fantasmas del inconsciente colectivo, es fuente inagotable de ejemplos: la similitud entre las sectas milenaristas medievales es tal, que resulta difícil resistir la tentación de acudir a una teoría difusionista, que implique un origen común³¹. De hecho, eso era precisamente lo que pensaban quienes las combatían, atribuyendo a las rutinarias costumbres de un diablo carente de creatividad la ubicuidad del esquema. Hay elementos y detalles de longevidad milenaria. Pensemos por ejemplo en la acusación del infanticidio ritual (a veces con banquete antropofágico). Utilizada por los paganos en sus polémicas anticristianas, será repetida luego contra judíos, herejes y brujas... hasta que a finales del siglo XX, durante la revolución rumana, la prensa atribuyera a los Ceausescu recién derrocados el mismo sanguinario y absurdo crimen.

Este tipo de detalles es lo que ha hecho que desde siempre los más observadores sospechasen de la existencia de una conspiración causante de todos los desastres. Un caso extremo es el de la historia casi increíble de los *Protocolos de los Sabios de Sión*³², burda falsificación que llegó a ser aceptada por buen número de personas cultas e influyentes hasta mediados de este siglo. En realidad, es indiferente que los conspiradores sean judíos o templarios, carbonarios o jesuitas, el Kominintern o la Trilateral: lo fundamental es creer que las repeticiones de la historia, no pudiendo deberse al azar, deben obedecer a algún designio secreto y maléfico. Umberto Eco, en *El péndulo de Foucault*, ha intentando penetrar en este oscuro complejo de la mente humana que ilustran, en un nivel más popular, las series televisivas del estilo *Expediente X*, con sus siniestros “hombres de negro”-: la identificación de una secreta y omnipotente conjura con el motor de la historia. Todavía hoy, buena parte de la humanidad considera la historia como resultado de la lucha cósmica del bien contra el mal, a través de una serie de avatares que conducen desde Faraón y Herodes hasta la URSS, Serbia o el *Gran Satán* de Washington. Recordemos que poco después del nombramiento de Gorbachov hubo fundamentalistas norteamericanos que creyeron ver en él al Anticristo destinado a dirigir al Imperio del Mal en la batalla de Armagedón, identificando su purpúrea mancha frontal con la apocalíptica marca de la bestia.

³¹ Norman COHN, *En pos del milenio*, Madrid, Alianza Editorial, 1993.

³² Steward (1996), pág. 64 y ss.

La aplicación de la geometría fractal a la historia ahorra la enfadosa búsqueda de un perverso y oculto plan detrás de cada aparente repetición de la historia: de la misma forma que no tenemos que ver el dedo del demiurgo en la portentosa estructura de los cristales, o en las caprichosas manchas fractales que dibuja el petróleo sobre el agua. Una crisis social es el resultado de una serie de procesos que comprenden desde lo climático a lo ideológico, pasando por lo puramente económico; estos procesos podrían guardar cierta semejanza con las ecuaciones matemáticas. La simple iteración de estas ecuaciones provoca un eterno retorno a situaciones similares; en el caso de la historia, esas repeticiones pasarían por complots demasiado elaborados para ser atribuidos al azar.

Los que piensen que ni siquiera el azar puede ser tan caprichoso, podrían cambiar de opinión acercándose a un curioso fenómeno matemático llamado “recurrencia de Poincaré”. Este matemático descubrió hace cien años un principio que puede expresarse de esta manera: *si se aplica repetidamente una transformación a un sistema matemático, y el sistema no puede abandonar una región limitada, debe volver una infinidad de veces a estados próximos a su estado original*³³. Para hacerlo más comprensible recurrimos a una metáfora borgiana. En la biblioteca de Babel hay un número incalculable de libros, compuestos de una cantidad determinada de páginas, renglones y letras, combinados de todas las maneras posibles. El principio de Poincaré establece que aunque no puede haber dos Quijotes idénticos, la combinación aleatoria de las letras producirá un número incalculable de pseudo-Quijotes, que no se distinguirían del auténtico sino en una letra, sílaba o palabra (o en el orden de páginas o capítulos...). La Biblioteca es un ámbito finito, pero tan grande que excede nuestra capacidad imaginativa. Pero los factores que intervenían en una crisis de subsistencia del Antiguo régimen no eran tantos, ni tan variados: ecuaciones demográficas, dinámica de precios, presión fiscal, tensiones sociales... En esas condiciones, sin poder abandonar una región limitada (en este caso, las limitaciones de lo que llamaríamos, en terminología marxista, el modo de producción), la sociedad estaba con-

³³ Steward (1996), pág. 64 y ss.



denada a repetir periódicamente situaciones críticas muy parecidas entre sí³⁴.

8. *Mentes fractales (o de cómo los troyanos tomaron Constantinopla)*

El secreto de la aparente repetición de la historia podría reposar sobre una estructura de la realidad que fuese realmente afín a la geometría fractal. Pero esa no es la única solución. También es concebible que, independientemente de la realidad de esa repetición, nosotros la percibamos como tal por un mecanismo subyacente en nuestras categorías perceptivas. En tal caso, el fractal estaría en nuestra mente. Eso es lo que nos sugieren algunos hallazgos apasionantes de la antropología y del estudio de los mitos.

Durante mucho tiempo se acudió al difusionismo para explicar las coincidencias entre mitos de regiones tan alejadas como la India, el Cáucaso y Escandinavia. El método dio excelentes resultados en casos en los que otros indicios, como los lingüísticos, señalaban previamente hacia un origen común. Esa es la premisa sobre la que se basa el análisis de Dumézil de la tradición indoeuropea, y su famoso esquema trifuncional de su mitología³⁵. Sin embargo, esas teorías no

³⁴ Ya existe un intento matemático de explicar estas crisis: la “teoría de las catástrofes”, propuesta por R. Thom en 1972. Este matemático demostró que si en un proceso de cambio intervienen un número de parámetros no superior a cuatro, sólo pueden darse siete tipos de discontinuidades. Son las “catástrofes elementales”, que se representan en gráficos de 2, 3, 5 y 6 dimensiones. Aunque se trata de una sugerente tentativa de aplicación de las matemáticas a las ciencias biológicas y sociales, las experiencias realizadas hasta el momento no han sido demasiado satisfactorias. Un detalle: el caso elegido por los partidarios de esta teoría para aplicar su metodología a la historia es... la caída del Imperio romano. A. WOODCOCK y M. DAVIS, *Teoría de las catástrofes*, Madrid, Cátedra, 1994.

³⁵ Georges DUMÉZIL, *Mythes et dieux des indo-européens*, París, Flammarion, 1992. Por otra parte, hay también teorías antidifusionistas que rechazan las conclusiones de la escuela de Dumézil. C. RENFREW, en *Archaeology and Language* (1987), anticipa en varios milenios la aparición de las lenguas indoeuropeas (en un momento en el que la sociedad no tenía los rasgos avanzados reflejados en la mitología), atribuyendo “*las homologías estructurales a factores más generales, y no a una colectividad histórica específica*” (cap. 10), lo que viene a coincidir con las ideas de Lévi-Strauss.



pueden explicar por qué algunos mitos se repiten en ámbitos culturales estancos, como los pueblos precolombinos o los aborígenes australianos respecto a las civilizaciones mediterráneas. Relatos acerca de la caída de seres divinos en el mal, la expulsión del paraíso, el diluvio o la riña fratricida fundacional parecen formar parte de un acervo que comparten, contra toda lógica difusionista, mayas y egipcios, romanos y maoríes³⁶. Algunos antropólogos, impertérritos, pensaron en difusiones ignoradas, capaces de atravesar océanos y saltar por encima de los milenios: misioneros egipcios, enseñando a los mexicanos a construir pirámides y adorar a Ra; turistas mesopotámicos, recitando la epopeya de Gilgamesh en la cordillera de los Andes. Otros, con menos imaginación, lo atribuyen todo a los extraterrestres. Sin necesidad de recurrir a tan literales *deus ex machina*, ¿no podría la analogía de la geometría fractal ayudarnos a entender cómo los seres humanos, por muy alejados que estén en el tiempo y en el espacio, tienden a percibir la realidad a través de unos *pattern* comunes, mediante arquetipos universales que proyectan en el mito las peripecias vitales de los humanos?

Reconocemos a los griegos la maestría de construir sus mitos sobre esquemas profundos de la psique. Igualmente estamos dispuestos a admitir que don Juan o don Quijote, Madame Bovary o Butterfly, la madre Coraje o el padre Goriot son algo más que personajes literarios: representan arquetipos universales, proyectados por sus geniales descubridores sobre realidades históricas concretas. Por eso Kurosawa fue fiel a Shakespeare situando a Lear en lejano Oriente, y por eso una película sobre una novela cairota de Mahfuz se puede rodar en México. Plutarco, empeñado en buscar semejanzas entre las biografías de héroes griegos y romanos, demostraba tener una concepción cíclica de la historia. El autor de las *Vidas paralelas* creía que la simetría geométrica formaba parte de la historia. Algo similar encontramos en tradiciones remotas, como la hindú o la china, lo que sugiere una tendencia universal a relacionar acontecimientos a los que se atribuye valor simbólico semejante, por muy alejados que estén en el tiempo y el espacio, y pese a la ausencia de la mínima relación de causa-efecto. Tal es el caso de las caídas de ciudades de gran peso en el imaginario colectivo, como Constantinopla. Nada tenía que ver la expansión del

³⁶ Mircea ELIADE, *Aspects du mythe*, París, Gallimard, 1996.



Imperio otomano con el mítico rapto de Helena, ni con las artimañas del hérulo Odoacro; y, sin embargo, los que asistieron al fin de la *Nea Roma*, convencidos de una estructura cíclica de la historia, acudieron a la Eneida y al ocaso del Imperio occidental para interpretarlos.

Según testigos presenciales del último sitio, los defensores de Constantinopla (acostumbrados a librarse en el último minuto de las peores amenazas), estaban esta vez resignados a la derrota. Todos los presagios anunciaban el desastre: iconos llorosos, lamentos fantasmales... y una casualidad onomástica. El basileus reinante en 1453 se llamaba Constantino, y su madre, Elena; esa coincidencia con el fundador de la ciudad se consideraron de mal agüero, pues Rómulo Augústulo, último emperador de Occidente, había llevado también los nombres del primer rey y del primer *princeps* de la Urbe. La superstición revela una noción cíclica del tiempo, de acuerdo con cuya lógica el fundador de una institución presta el nombre a su último sucesor³⁷.

El otro ejemplo demuestra la potencia de los argumentos basados sobre la simetría geométrica en la concepción tradicional de la historia. Pese a la “profunda conmoción” de la que hablan los manuales, los expertos coinciden hoy en que la mayoría de los humanistas occidentales se mostraron indiferentes ante la suerte de la ciudad de Constantino: la idea de una cruzada para recuperarla provenía del papa, que intentaba acabar con el cisma griego, y de los mercaderes italianos, nostálgicos de antiguos privilegios. El secreto de esta sorprendente falta de agradecimiento entre intelectuales que tanto debían al saber de Bizancio se esconde tras un curioso error filológico. A los cristianos orientales se les llamaba “griegos”, y esta palabra se oponía, por razones religiosas, al término “latino”, como si fueran antónimos. Pero en los oídos renacentistas, educados en los versos divinos de Virgilio y fascinados por la Iliada -recién introducida en Italia por Petrarca-, la oposición griego-latino se confundía con la antigua enemistad de griegos y “teucros” (es decir, los fugitivos troyanos que se habían instalado en el Lacio). De ahí, a considerar a los turcos “teucros”, y por lo tanto parientes de los romanos, no había más que un

³⁷ Steven RUNCIMAN, *La caída de Constantinopla*, Madrid, Espasa, 1998, pág. 189. Una tradición semejante subsiste con respecto a la Iglesia católica: según la profecía apócrifa de san Malaquías, el último papa se llamará Pedro, y asistirá a una nueva persecución de los cristianos en Roma.

paso. Como Constantinopla estaba cerca de la antigua Troya, en la ribera opuesta de los estrechos, se extendió la idea de que la conquista teucra de la capital griega era una revancha de los descendientes de Príamo, que volvían a las tierras de Dárdano, pasado un largo ciclo histórico, para vengar la destrucción de Ilión. La mistificación fue tan poderosa que llegó a circular una correspondencia apócrifa entre el sultán y el papa, en la que se apelaba al común origen troyano del linaje otomano y de la cristiandad romana como fundamento de una alianza. De poco sirvió que Pío II, con la contundente autoridad que le daba ostentar el nombre civil de Eneas Silvio Piccolomini, negará indignado la identificación de turcos y teucros: la simetría histórica era demasiado hermosa para rebatirla con simples argumentos etnológicos³⁸.

Desde Frazer, los estudiosos han descrito una propensión universal a identificar procesos temporales de diferentes escalas, inseparable de la creencia en una estructura cíclica del tiempo. Es lo que Eliade denomina el “mito del Eterno retorno”³⁹. En la ontología tradicional, la historia es la repetición de un acontecimiento primordial, representado por un personaje mítico *in illo tempore*. Los ritos “recrean” ese hecho fundacional, renovando periódicamente el universo; el oficiante, rey o sacerdote, se convierte en “encarnación” simbólica del héroe fundador. El año agrícola se asocia a la biografía de un personaje mítico, cuya muerte y resurrección marca el paso equinoccial de un año a otro. A su vez, el relato mítico del héroe salvífico sirve para representar, en una escala cósmica, el devenir histórico. Equidistantes de ambos extremos -el año agrícola, la rueda cósmica de las edades- se encuentran etapas propiamente históricas, como el ciclo de las naciones, asociadas a la biografía de personajes regios, tal como ilustra el mito del Rey pescador y el país baldío. La enfermedad individual de Anfortas, consecuencia de su pecado, se refleja en la desgracia colectiva de Montsalvat. Todavía hoy los candidatos a la presidencia de EE.UU. deben demostrar una salud a toda prueba, como si de ello dependiera el bienestar de la nación.

³⁸ *Ibidem*, pp. 255-256.

³⁹ Mircea ELIADE, *El mito del eterno retorno*, Madrid, Alianza Editorial, 1985.



Volvamos a Vico. Abramos el reloj cósmico y observemos su engranaje. Ruedecillas diminutas –humanas- mueven las ruedas medianas –naciones- que a su vez hacen girar a las grandes –las civilizaciones, la humanidad-. En su perpetuo rotar, todas pasan por las mismas fases: infancia, juventud, madurez, muerte... y el giro vuelve a empezar. Es una metáfora clásica: reconocemos las ruedas de Fortuna, la rueca de las Parcas, la música de las Esferas. Pero a un matemático puede que le recuerden el árbol de Feigenbaum o el conjunto de Mandelbrot.