

JOAQUÍN BARAÑO

Historia Universal Freak

VOLUMEN I

Desde el Big Bang hasta la guillotina,
un relato histórico a través de 762 curiosidades



CAPÍTULO I

DEL BIG BANG AL ORIGEN DE LA VIDA

13.750.000.000 a.C. - 3.700.000.000 a.C.

(O del 1 de enero al 24 de septiembre si se llevara a escala de un año,
siendo el presente el último segundo del 31 diciembre)

«¿Quién se podría tragar algo así de ridículo?»: El Big Bang

A los catorce años, Milton Humason dio por terminada su educación formal y se lanzó a forjar su vida en la soleada California. En 1911, con veinte años de edad, fue contratado por los constructores del observatorio del Mount Wilson para cargar los materiales de la obra cerro arriba. Al poco andar, se enamoró de la hija del ingeniero jefe, Helen Dowd. En breve eran ya marido y mujer, muy a pesar de míster Dowd, quien aspiraba a algo más que una vida de arrieros para su descendencia.

Humason estaba consciente de que encarrilar mulas por las sierras no era precisamente un oficio de yerno ideal. Consiguió un puesto mejor pagado y socialmente más aceptado como capataz de un rancho en Pasadena, pero extrañaba Mount Wilson. Con ayuda de su suegro, en 1917 fue contratado como recepcionista del observatorio. Al poco tiempo fue aceptado como asistente de noche, algo del todo inusual para un tipo que ni siquiera había terminado la secundaria. Pero el hombre tomaba las mejores imágenes espectrales de galaxias lejanas, y se transformó en la mano derecha de Edwin Hubble, que por aquel entonces indagaba constelaciones desde las inmediaciones de Hollywood (antes que el área se convirtiera en un antro de contaminación lumínica; tras el apagón provocado por el terremoto de 1994, cientos llamaron a los números de emergencia para denunciar una amenazante mancha blancuzca en el cielo nocturno: hubo que tranquilizarlos explicando que se trataba de la Vía Láctea¹).

Las fotografías que llegaban a manos de Hubble indicaban una curiosa peculiaridad: los objetos lejanos aparecían más «rojos» de lo esperado, y existía proporcionalidad entre su lejanía y el grado de «corrimiento hacia el rojo». La longitud de onda de la luz, la propiedad que define su color, era mayor a la esperada porque los objetos se alejaban, y mientras mayor era la distancia de la Tierra, mayor era también la velocidad a la que esto ocurría. Lo extraño es que ello se observaba en todas direcciones, por lo que no se podía atribuir a alguna estrella o galaxia particular de espíritu viajero.

Hubo que esperar hasta 1927 para que Georges Lemaître, un físico belga y sacerdote católico, tuviese la osadía de proponer que aquello se debía a que el mismísimo universo se estaba expandiendo. La historia del descubrimiento del Big Bang nació de las imágenes de probablemente el último astrónomo altamente exitoso que basó su carrera en una educación de octavo de primaria² y del intelecto de un ilustre representante de la Iglesia católica³, con

frecuencia acusada de ser un bastión de resistencia a las revoluciones científicas. Y no está claro que haya habido una sola idea tan revolucionaria a lo largo de la historia de la humanidad como que todo el vasto universo comenzó como una partícula infinitamente pequeña (salvo quizás por el cálculo reciente de que Santa Claus tendría que viajar a una velocidad promedio de 2.100 kilómetros por hora para entregar un regalo a cada niño el día de Navidad⁴).

El nombre de Big Bang, sin embargo, no fue acuñado por sus descubridores, sino por sus detractores. El astrónomo inglés Fred Hoyle, es de suponer que buscando la expresión más infantil y menos digna de respeto que se le vino a la mente, lo llamó de esa manera en una transmisión radial de la BBC en 1949, mientras instruía a la audiencia sobre lo evidentemente inverosímil y desprovisto de sentido de semejante disparate⁵. El nombre resultó ser elocuente, y quedó instalado para siempre. Bien lo pudo llamar «Teoría del Kabuuuum» o la «Hipótesis del Kataplámm», y pasar al olvido rápidamente. Pero aquí estamos todos, rindiendo un inmerecido homenaje a su talento denominativo.

¿Cuántas primaveras cósmicas?: La edad del universo

De haber preguntado a un europeo del Medioevo por la antigüedad de la Creación, casi con seguridad la respuesta hubiese provenido de lo que recordaba de la sucesión de generaciones bíblicas. Ni siquiera contaba con la opción de consultar las escrituras directamente, porque antes de la imprenta la posesión de una Biblia era un lujo que muy pocos se podían dar. Si tanto su memoria como su aritmética andaban bien aceitadas, hubiese dado una cifra en torno a los cinco mil años. En 1650, el arzobispo irlandés James Ussher, tras veinte años trabajando en su monumental *Annales Veteris Testamenti, a prima mundi origine deducti* (o «Anales del Viejo Testamento, derivados de los primeros orígenes del mundo»), aseveró con singular minuciosidad que el universo había sido creado el 23 de octubre del año 4004 a.C. El propio Shakespeare pone en boca de uno de sus personajes que «el miserable mundo tiene casi seis mil años de edad». Lutero gustaba de redondear la cifra en 4000 a.C., y ni los grandes científicos de la época escaparon a las estimaciones testamentarias: Johannes Kepler concluyó que el gran día había ocurrido por allá por 3992 a.C., y el mismísimo Isaac Newton hablaba del 4000 a.C.⁶

Desde el siglo XIX, los científicos hicieron gala de un despliegue de creatividad para enfrentarse al desafío de datar la existencia a través de métodos deductivos. Los ceros comenzaron a apilarse uno detrás del otro. Si bien las pistas disponibles regían para lo que había ocurrido en la Tierra y no

necesariamente para el universo entero, eran suficientes para reconocer que las generaciones de la Biblia eran un pestañazo. William Thomson, más conocido por su título posterior de lord Kelvin y la escala de temperaturas que lleva su nombre, estimó la edad del planeta entre 20 y 400 millones de años (Ma)⁷, calculando el tiempo que le habría tomado al planeta enfriarse desde aquel infierno de roca fundida originario. En aquel entonces, Thomson ignoraba el calor que se sigue generando por el decaimiento radiactivo. Más adelante, estrechó su estimación a «más de 20 y menos de 40 Ma, y posiblemente mucho más cerca de 20 que de 40». En 1892, Simon Newcomb situó la cifra en 18 Ma, en base al tiempo que tomaría al Sol condensarse a su tamaño actual desde una nube de gas y polvo (la fusión nuclear aún no hacía su estreno en el arsenal científico). Luego vinieron los 56 Ma que tomaría la fricción de las mareas en disminuir la velocidad de rotación hasta 24 horas (gentileza de George H. Darwin, hijo de Charles) y los 80 a 100 Ma que John Joly concluyó que le hubiese tomado a los océanos acumular aquella colosal cantidad de sal a partir de los ríos que en estos desembocan⁸ (tan colosal de hecho, que se podría cubrir toda la superficie terrestre con una capa de sal de 150 metros de espesor⁹).

La comunidad científica contemporánea le ha puesto el hombro al problema, y la mejor estimación con la que contamos hoy día son $13,99 \pm 0,2$ miles de Ma. En un mundo con siete mil millones de personas, le hemos perdido el respeto a los números de esta envergadura. La deuda de Estados Unidos en agosto de 2011, por ejemplo, era de 14,6 millones de millones de dólares (1.060 dólares por cada año desde el nacimiento del cosmos), y de apilarse en billetes de 100 dólares, la torre llegaría 43 veces más arriba que la Estación Espacial Internacional¹⁰. Pero hay que poner las cosas en perspectiva para dimensionar ese lapso de tiempo: si decidiera homenajear al universo contando hasta 13.799.000.000 durante 16 horas diarias –no todo en esta vida puede ser enumerar edades cosmológicas– la empresa le tomaría 1.972 años. Si el emperador Nerón lo hubiese intentado, recién estaría terminando, y ni pensar la de circos máximos que se hubiera perdido (si considera que los tres segundos por cifra que supone dicho cálculo es excesivo para un locutor hábil como usted, cronométrese pronunciando «*Once mil ochocientos veintinueve millones, setecientos catorce mil trescientos diecinueve*»).

Esos formativos años de la infancia: La conformación física del universo

No se sabe demasiado bien qué fue lo que ocurrió realmente en esos primerísimos instantes, porque las leyes de la física dejan de operar en esas

condiciones. Es lo que los físicos denominan una «singularidad», la elegante estrategia comunicacional que ideó el gremio para salir del paso, pero que en el fondo es sinónimo de «por favor no siga preguntando». Pero desde que el universo superó la infancia, la llamada «Época de Planck» de 10^{-43} segundos, y entró a la adolescencia –esa por la que todos los universos pasan superados los 10^{-43} segundos– sabemos mucho más. Comenzó a expandirse a esas velocidades que solo el viejo universo es capaz de alcanzar, y a perder con mucha rapidez su densidad y calor extremos. Una vez que se enfrió lo suficiente, la energía pudo ser convertida en partículas subatómicas (protones, neutrones, electrones y sus componentes). Los protones y los neutrones formaron núcleos atómicos pocos minutos después del Big Bang. El hidrógeno fue el primer elemento en ser producido, seguido de helio y trazas de litio, pero se trataba de iones. Le tomó a los electrones unos 377.000 años combinarse con ellos para formar átomos eléctricamente neutros. Enormes nubes de estos elementos primordiales se aglutinaron a causa de la gravedad para formar estrellas y galaxias, y los elementos más pesados comenzaron a ser sintetizados al interior de estrellas... o en gigantescos estallidos de estrellas llamadas supernovas, las mismas que en su momento forjaron la totalidad del oro, la plata y otros elementos pesados hoy desperdigados por la corteza Tierra¹¹. Pese al enorme empeño que le puso a toda esta tromba creativa, de algún modo se las arregló para excluir del todo a la letra «J» de los 118 elementos de la tabla periódica.

Los ecos de este cataclismo de escala cósmica aún resuenan en los confines del espacio, y es medible por nuestros telescopios en lo que se conoce como «radiación de fondo». Esta fue descubierta en forma accidental en los años sesenta por un equipo de astrónomos de Nueva Jersey que había hecho todo lo humanamente posible por deshacerse de esa ruidosa molestia en sus mediciones, incluyendo un prolijo barrido de la caca de palomas acumulada en las antenas. Al mismo tiempo, un equipo de Princeton, solo 50 kilómetros más al este, hacía todo lo humanamente posible por encontrarla¹². ¿Recuerda esos puntos blancos y negros que aparecían en la televisión cuando no había señales disponibles? No, no es una guerra de hormigas desenfrenadas: es estática, y un porcentaje relevante de esta es radiación electromagnética emitida poco después del Big Bang¹³.

El mundo físico que resultó de todo este trajín resulta más sorprendente cuando más se le conoce. Para comenzar, es difícil hacerse la idea de que la materia, incluyéndonos a nosotros, es básicamente vacío, con algunos neutrones y protones de la suerte salpicados por aquí y por allá, con otros tantos electrones orbitándolos en lontananza. Tomemos por ejemplo el hidrógeno, el elemento más común del cuerpo humano: el diámetro de su núcleo es

unas 145.000 veces más pequeño que el diámetro de la órbita de los electrones. Dicho de otra manera, si el núcleo fuera del tamaño de una pelota de básquetbol, el electrón estaría orbitando a 35 kilómetros de distancia¹⁴. Y si adoptara el tamaño de la Tierra, el electrón viajaría a respetuosos 1.850 millones de kilómetros, doce veces la distancia de la Tierra al Sol. O visto de otro modo: si pudiésemos eliminar el espacio vacío de los átomos en un súper compresor atómico, todos los seres humanos cabríamos en el volumen de un cubo de azúcar¹⁵.

Tan magra es la materia, que cuando dos objetos «chocan» estos no se alcanzan a «tocar» realmente: las cargas eléctricas negativas de cada uno se repelen antes de que haya verdadero contacto átomo-átomo. Si no fuese por las (benditas) cargas eléctricas, los objetos pasarían uno a través del otro sin llegar a tocarse, como ocurre cuando dos galaxias cruzan sus caminos en las vastedades estelares¹⁶.

Pero, aunque abulten poco en términos volumétricos, casi toda la acción acaece en el núcleo. Separar o fusionar la médula de un átomo no es cualquier cosa. Un gramo de uranio-235, por ejemplo, puede generar la energía de 2,7 toneladas de carbón fisionando –o sea, separando– su núcleo, y un gramo de deuterio (un isótopo del hidrógeno muy abundante en el agua de mar) la energía de 7,7 toneladas de carbón al fusionarlo¹⁷. Y cuando los núcleos se asocian, cualquier cosa se puede esperar de esas juntas. Como agudamente nota Bill Bryson, el sodio es uno de los elementos más inestables que existen, y arrojado puro al agua explota con fuerza suficiente para matar a un ser humano. El cloro es tan letal que sirve de microbicida y fue el veneno predilecto en los gases de la Primera Guerra Mundial. Pero sodio y cloro juntos es lo que usted añade a la ensalada: sal¹⁸.

Allá por el siglo V a.C., unos sensatos Leucipo de Mileto y Demócrito postularon que todo estaba formado por unidades indivisibles, a las que llamaron «átomos». La ciencia honró su denominación un par de milenios después, cuando descubrió lo que entonces se consideró el ladrillo fundamental de la materia. Hasta ahí, la escala del asunto aún era comprensible. Después de todo, hoy sabemos que si pudieras cortar un pastel por la mitad, y esa mitad por la mitad, y así sucesivamente 90 veces, a la 91ª llegarías al punto en que tocaría cortar átomos por la mitad¹⁹. Poco después, sin embargo, descubrimos que los átomos no eran realmente indivisibles, y que los sabios griegos, que en paz descansan, no estarían nada de contentos con esto de los sediciosos neutrones, protones y electrones. Pero fue ya entrado el siglo XX cuando la cosa se puso realmente fea: los físicos desenmascaron sub-sub-partículas aún más pequeñas, y los diagramas simplificados de

pelotitas de colores se volvieron insuficientes. No es trivial, pero si quiere hacerse una idea de las propiedades fundamentales de la materia que compone su ser y todo lo que lo rodea, el Modelo Estándar considera:

- *Partículas de materia*. Doce partículas elementales conocidas como «fermiones». Seis de estas son «quarks», que a su vez vienen en seis «sabores», con nombres tan deliciosos como «extraño» y «encantado». Su descubridor, Murray Gell-Mann, quiso imitar el graznido de un pato. Algo confundido respecto de cómo escribirlo, se tropezó por azar con la frase *Three quarks for Muster Mark!* en un libro de James Joyce²⁰. Los otros seis fermiones son los «leptones». En esta categoría se cuentan los «neutrinos», que el Sol emite con una abundancia tal que su cuerpo es atravesado por 50 billones de ellos cada segundo²¹, pero de una masa tan ínfima –algo así como un milmillonésimo de un átomo de hidrógeno– que la vida sigue su curso haciendo caso omiso de este acribillamiento permanente.
- *Partículas mediadoras de fuerza*. Acá radican la fuerza electromagnética, obra y gracia de los familiares fotones; la interacción nuclear débil, causada por los *bosones*; y la interacción nuclear fuerte, provocada por los *gluones*, así llamados originalmente en inglés por su capacidad de mantener unidos a los quarks²² (si el nombre se lo hubiese dado un científico hispanoparlante, se llamarían algo así como «pegotines»).
- *El bosón de Higgs*. Es el origen de la masa de las partículas elementales. Fue, entre otras razones, para verificar experimentalmente su existencia que se construyó el colosal Gran Colisionador de Hadrones, entre cuyos prodigios se cuentan el hacer chocar partículas a velocidades muy cercanas a la de la luz y generar 40 terabytes de información a diario²³. El tipo de volumen de datos que hay que procesar cuando lo que se busca tiene una vida media del orden del zeptosegundo (o la miltrillonésima parte de un segundo, 10^{-21} s).

El caso es que, pese a todas estas peculiaridades, el universo se las arregló para ir formando estrellas y galaxias a todo lo ancho del espacio que creaba a su paso. Miles de millones de ellas, y de una heterogeneidad inmensa. La estrella NML Cygni tiene un volumen 4.500 millones de veces mayor al del Sol y un vuelo comercial tardaría 1.030 años en completar un circuito sobre su ecuador²⁴. La más cercana a la Tierra después del Sol, Próxima Centauri, ni siquiera es visible a ojo desnudo. De hecho, es cien veces menos brillante que el umbral que admite nuestra retina, y solo fue descubierta en 1915, trescientos años después de la invención del telescopio²⁵. Ahora, esto de «más

cercana» se presta para malas interpretaciones: si el Sol fuera una pelota de básquetbol en Madrid, Próxima Centauri sería una mandarina en Caracas, a siete mil kilómetros de distancia²⁶.

Y entre tanta diversidad, hay algunas que capturan la fantasía de los astrónomos. En la Constelación Centauro, por ejemplo, hay una estrella de cuatro mil kilómetros de diámetro compuesta esencialmente de diamante, equivalente a 9.800 billones de trillones de quilates ($9,8 \times 10^{33}$), dejando en franca vergüenza los 3.170 quilates del campeón terrestre de todos los tiempos²⁷. Se trata de BPM 37093, o *Lucy* para los amigos, en honor a The Beatles y su *Lucy in the sky with diamonds*.

La fragua cósmica, por supuesto, no se detuvo una vez que el universo alcanzó la envergadura que nos es familiar. Los cuerpos celestes continúan sometidos a un proceso permanente de creación, a través de aglutinación gravitatoria de material disperso. Y de destrucción, por cierto, mediante fenómenos magníficos que, además de proveernos de nuestro oro y plata, en ocasiones acaban transformando las estrellas de enormes bolas de gas ardiente a hipercompactas estrellas de neutrones, de una densidad tal que un dado de casino pesaría 9.200 veces el *Titanic*²⁸.

En lo que a nuestra especie respecta, lo más relevante de este rapto creativo fue lo ocurrido en una galaxia cuya semejanza a una mancha de leche diluida derramada sobre el cielo nocturno inspiró a los antiguos griegos a llamarla Vía Láctea²⁹. El mismo conglomerado que explica que hoy llamemos láctea a todas las aglutinaciones de estrellas: «galaxia», del griego *gá-laktos*³⁰. Más precisamente, en un rincón secundario de este lote. Un arrabal tan insignificante, que del orden de un fotón de cada billón emitido en el centro de la Vía Láctea llega a la Tierra³¹.

New Kids on the Block: El nacimiento del Sistema Solar

Hace unos 4.600 Ma, una gigantesca nube molecular compuesta principalmente de hidrógeno, un poco de helio y una pizca de otros elementos más pesados colapsó gravitacionalmente. Como había que conservar el momento angular, comenzó a girar en forma frenética. El centro, donde se concentraba la mayor parte de la masa, se volvió más caliente, y la masa se comenzó a achatar, formando un protodisco. Numerosos protoplanetas se formaron por «acrecimiento», como se llama a la aglutinación de elementos menores, y comenzaron a fusionarse en cuerpos mayores. Debido a sus elevados puntos de fusión, los silicatos y metales aguantaron mejor la vecindad del naciente Sol, y esa área caliente acabó solo con planetas rocosos: Mercurio, Venus, la

Tierra y Marte. Después de todo, lo que iba a terminar siendo el Sol se estaba volviendo una hoguera termonuclear de primer orden, que en la actualidad baña a la Tierra cada trece días con una cantidad de energía equivalente a todas las reservas fósiles acumuladas desde el origen de los tiempos³². Más que suficiente, por ejemplo, para que la Corriente del Golfo transporte cada día a Europa bajo la forma de calor la energía equivalente a diez años de toda la producción mundial de carbón³³. Un infierno extraño, que en la superficie alcanza temperaturas «solo» del orden de 5.800 °K, pero que en su corona, miles de kilómetros más afuera, trepan al orden de millones de grados³⁴. Y que, debido a la dispersión, retrasa a tal punto a un fotón viajando como solo la luz sabe hacerlo, que le toma unos 175.000 años viajar desde el núcleo hasta la superficie³⁵. Una vez allí, el fotón alcanza al fin velocidad de crucero y tarda meros ocho minutos más en llegar a la Tierra.

Los elementos gaseosos se instalaron en las lejanías heladas, y formaron verdaderos gigantes. Júpiter, con una tormenta del tamaño de tres planetas Tierra que persevera al menos desde 1831 (y que posiblemente ya estaba ahí en 1665)³⁶ y con una atracción gravitacional tal sobre sus lunas que las mareas levantan su superficie sólida 100 metros³⁷. Y Saturno, sobre cuyo polo se podrían poner dos planetas Tierra, uno encima del otro, solo para igualar el diámetro ecuatorial al polar³⁸. Luego vienen Urano y Neptuno, y cinco planetas enanos, incluyendo a Plutón, aquel pobre ex planeta hoy rebajado a la bochornosa casta de planeta enano. Ahora bien, la cosa no se acaba ahí: más afuera de Neptuno están el Cinturón de Kuiper y el Disco Disperso. Pero la verdadera frontera del Sistema Solar está... *1.600 veces* más lejos que Neptuno: la Nube de Oort, un misterioso semillero de cometas. Cada esquema del Sistema Solar con los ocho (o en su momento nueve) planetas que usted ha visto a lo largo de su vida representa algo así como el 0,00004% de su área total³⁹.

Del resultado de todo este ajeteo, la Tierra sacó el número premiado con miras a esto de formar un hogar dulce hogar. Venus es tan caluroso que en sus zonas altas, algo menos tórridas, nieva metal, al condensar el sulfuro de plomo y la bismutina sublimadas en las zonas más bajas⁴⁰. En Mercurio, el día dura exactamente dos años mercuriales (176 días terrestres), por lo que los enamorados allí requerirían de una paciencia prodigiosa para compartir las puestas de sol⁴¹. Ni hablar de cómo cala el frío en todo lo que está de Marte hacia atrás. En Urano, cada hemisferio recibe 42 años seguidos de luz, seguidos de 42 años seguidos de oscuridad, salvo una delgada faja ecuatorial⁴². Y Plutón... bueno, a Plutón ya ni siquiera le alcanza para ser planeta.

Eso que llamamos hogar: La Tierra

Ya hace unos 4.580 a 4.500 Ma, la Tierra había adquirido su composición y forma básicas. Forma que tautológicamente se conoce como *geoide*, nada más que un recurso académico para expresar que «el planeta Tierra tiene forma de planeta Tierra». La única alternativa verbal disponible cuando se comprobó que ni una esfera ni un elipsoide se ajusta del todo a la masa rocosa donde posamos los pies. Y es esta *geoidez*, con un radio ecuatorial 21,3 kilómetros mayor que el radio polar, la que explica que la cumbre del Chimborazo, una montaña de 6.268 metros de altitud ubicada a pocos kilómetros del Ecuador, esté 2.168 metros más lejos del centro de la Tierra que el Everest, de 8.850, ubicado en la latitud 28° Norte⁴³.

Solo dos elementos dan cuenta de casi dos tercios de la masa del planeta: hierro (32,1%) y oxígeno (30,1%), seguidos con distancia por silicio (15,1%) y magnesio (13,9%). Siendo el elemento que por antonomasia asociamos al aire, no deja de ser irónico que haya 14.000 veces más masa de oxígeno en la corteza que en la atmósfera⁴⁴. El núcleo tiende a concentrar los elementos más pesados: además del hierro, contiene grandes cantidades de níquel y suficiente oro para cubrir la superficie del planeta con una capa de cuatro metros⁴⁵, entre otros. Visto de esa manera, se aprecia que las supernovas no fueron tan avaras con el oro terrestre después de todo. Más que en la cantidad, la falta de consideración estuvo en la concentración superficial, tan baja que el oro que se ha minado en toda la historia de la humanidad cabría en un cubo de 21 metros de lado⁴⁶. Tal es su escasez relativa, que una de las mayores concentraciones disponibles se halla en las aguas servidas del noroeste de Tokio, donde medran las industrias tecnológicas que utilizan oro en sus procesos⁴⁷. Cosa de filtrar unas cuantas toneladas de caca nipona para forjar el próximo anillo de compromiso.

Es esta gran cantidad de metal fundido en el interior la que da cuenta del magnetismo terrestre. A ritmo humano, el norte magnético parece una realidad inmutable, pero en perspectiva geológica es un proceso caótico e impredecible. Se generan inversiones en la polaridad a intervalos irregulares —el último hace 780.000 años—, por lo que cualquier día de estos despierta con su brújula favorita apuntando hacia el sur. El propio norte magnético, el punto preciso hacia donde se orientan los compases, está lejos de constituir una coordenada confiable e inmóvil. Más bien, deambula cual borracho por el Ártico canadiense. Hacia 1600, se lo encontraba guiando barcos desde la isla de Melville, pero en 1800 ya estaba al oeste de la isla Victoria. En los años siguientes continuó avanzando hacia el sur, hasta alcanzar la isla del Rey Guillermo I, cerca de 1.000 kilómetros al sureste de su posición de hace

dos siglos. Desde entonces, comenzó un franco ascenso hacia el norte, y hoy por hoy las enfila con decisión hacia Siberia, a un ritmo de unos 60 kilómetros anuales. Solo el siglo XX transitó 1.100 kilómetros⁴⁸. Al parecer, no solo la navegación se ve afectada por estas fluctuaciones: los perros tienden a alinearse en el eje norte-sur magnético para defecar y orinar⁴⁹.

Pero el resto de la tabla periódica es en general escasa. En el caso más extremo, hay menos de 28 gramos de ástato en la corteza terrestre⁵⁰. Se debe reconocer, eso sí, que ciertos elementos son menos extraordinarios de lo que su nombre sugiere, aun cuando no haya vuelto a oír de ellos desde sus días escolares. Por ejemplo, en la corteza terrestre hay más cerio que cobre, más neodimio y lantano que cobalto y nitrógeno, y más praseodimio, samario, gadolinio y disprosio que estaño⁵¹. En cualquier caso, estas proporciones no son completamente estáticas: además de las pérdidas por basura espacial que enviamos en forma periódica al espacio, la Tierra gana cada día del orden de 40 toneladas de polvo interestelar⁵².

Esto de la aglutinación de metales y silicatos hace 4.600 Ma sugiere que la corteza quedó tallada en piedra de una vez y para siempre. Es un error del que nos libramos hace bastante poco. En 1963, el geólogo canadiense Lawrence Morley envió un artículo al *Journal of Geophysical Research* proponiendo lo que hoy se conoce como «Tectónica de placas». El editor negó la publicación argumentando que «este tipo de especulaciones son interesantes para conversaciones de cócteles de fiestas, pero no es el tipo de cosa que debiera ser publicada con el patrocinio de científicos serios»⁵³. «Este tipo de especulaciones» son hoy pieza clave de nuestra comprensión del planeta.

La litósfera, la capa rocosa más superficial del planeta, quedó fracturada en ocho grandes placas y varias otras menores, que «flotan» sobre una capa viscosa llamada astenósfera. Hay zonas convergentes, donde las placas chocan. Eso explica, por ejemplo, que Hawai se acerca a Japón a una velocidad de 8,7 centímetros por año⁵⁴. Un tipo particular de zona de convergencia es cuando la placa más densa se «hunde» en la astenósfera, lo que se llama «zona de subducción». Y están las zonas divergentes, donde las placas se separan unas de otras y la astenósfera fresca emerge de la desgarradura resultante, creando así nueva corteza constantemente. Toda esta acción, por supuesto, la experimentamos con frecuencia cuando las placas se acomodan, produciendo terremotos. En ocasiones, en condiciones dramáticas.

El 16 de diciembre de 1811, un terremoto en Kentucky fue tan violento que hizo correr las aguas del Mississippi en sentido contrario por algunas horas⁵⁵ y la avalancha gatillada por un sismo en Alaska en 1958 generó una ola de 530 metros⁵⁶. En mayo de 1960, un solo acomodo de la Placa de

Nazca debajo de la Placa Sudamericana en Valdivia, al sur de Chile, liberó el 22,2% de la energía de *todos* los movimientos sísmicos del mundo en el siglo transcurrido entre 1906 y 2006⁵⁷. Este evento generó olas que, moviéndose a 690 kilómetros por hora en alta mar —casi la velocidad a la que viajan los jets comerciales—, mataron a 61 personas en Hawái⁵⁸. El terremoto de Alaska de 1964 hizo salpicar el agua de las piscinas de Texas, 4.800 kilómetros más al sur, y el terremoto del Maule de 2010, también en Chile, produjo un oleaje estacionario de cinco pulgadas —conocido como *seiches*— en el lago Pontchartrain, en Nueva Orleans (EE.UU.), 7.600 kilómetros más al norte⁵⁹, además de acortar la duración del día en 2,6 microsegundos⁶⁰.

El del Maule resultó especialmente irónico: la mayor réplica se produjo en la ceremonia de cambio de mando presidencial en una ciudad costera. El acto continuó. Millones de televidentes observaban a los asistentes entonar la estrofa del Himno Nacional chileno «y ese mar que tranquilo te baña», en circunstancias que el texto en pantalla alertaba pocos segundos antes que «RÉPLICA FUE DE MAGNITUD SUFICIENTE PARA PROVOCAR TSUNAMI»⁶¹. Quince días antes del sismo, el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción había pasado a llamarse de Economía a secas, pues cincuenta años habían transcurrido ya desde que se le añadieran esas funciones a raíz del terremoto de Valdivia⁶². La espectacularidad cinematográfica de estos sucesos no hace sino recordarnos que uno de los dos autores de la escala que mide su fiereza —la que reemplazó a la de Richter— se llama Tom Hanks.

No todos han enfrentado esta realidad de la configuración terrestre con la misma entereza. El rey José I de Portugal desarrolló tal miedo a vivir bajo techo tras el terremoto de Lisboa de 1755, que la corte tuvo que ser reacomodada en un enorme complejo de tiendas de campaña y pabellones, condición que perduró hasta su muerte⁶³.

Este arreglo de rompecabezas que adoptó la litósfera se vuelve también patente cuando a sus fisuras les llega la hora de ajustar sus balances. En abril de 1815, el volcán Tambora, ubicado en Indonesia, sufrió una erupción tan violenta que el polvo y sulfuros arrojados a la atmósfera disminuyó la radiación solar y enfrió al mundo a tal punto que 1816 fue conocido como «el año sin verano». En Suiza hizo tanto frío ese «no-verano», que Mary Shelley desafió a su esposo, el poeta Percy Bysshe Shelley, a una competencia de escritura «para tener algo que hacer». Ello dio origen a la novela *Frankenstein*⁶⁴ (sobre un monstruo que responde al nombre de *Adán*, y no al del título del libro, como suele creerse⁶⁵). No fue la única muestra de lo entrañable de la relación de los Shelley: tras la muerte de su marido, la autora mantuvo su corazón en el escritorio donde escribía⁶⁶.

La erupción del volcán Krakatoa, también en Indonesia, en agosto de 1883, alcanzó a ser oída en la isla de Rodrigues, en el océano Índico, a 4.800 kilómetros de distancia. Pensaron que se trataba de cañonazos de un barco cercano⁶⁷. El sonido reverberó en la atmósfera por nueve días, y agitó las aguas del canal de la Mancha, a 11.770 kilómetros de distancia⁶⁸. La avalancha de tierra y lodo ocasionada por la furia de 1980 del volcán Santa Helena (que parece renegar de su título y se hace llamar «monte») transportó material suficiente para enterrar a todo Manhattan bajo una capa de 120 metros de espesor⁶⁹. Pero nada refleja mejor lo vigente del proceso generativo de la Tierra que la isla de Surtsey, en la costa sur de Islandia, una mancha de respetables 2,7 km² surgida del océano a causa de una erupción volcánica el 14 de noviembre de 1963⁷⁰. Irónicamente, el mismo año que las ideas de Morley fueron catalogadas de divertimentos cocteriles. O la experiencia de un granjero mexicano, que un día de 1943 notó humo saliendo desde su pradera y una semana después era el dueño de un cono volcánico de 152 metros de altura, y a los dos años de un volcán de 430 metros de alto y 800 de largo⁷¹.

No *toda* la actividad volcánica, sin embargo, toma lugar en las zonas de encuentro de las placas tectónicas. La litósfera está además agujereada por una serie de «puntos calientes», áreas donde la astenósfera es inusualmente caliente y perfora todo lo que le pongan encima. Al punto que Yellowstone, el ejemplo más conocido junto a Hawái, exhibe más géiseres que todo el resto del mundo junto⁷².

Hace unos 4.530 Ma la Luna hizo su aparición en el Sistema Solar, posiblemente debido a un objeto de dimensiones planetarias que golpeó a la joven Tierra. Desde entonces, no solo se ha dedicado a inspirar horóscopos y apelativos para quienes sufren dolencias mentales a causa de sus malos influjos («lunático», hacia 1250⁷³). El satélite natural es el principal agente de las mareas en los océanos. La fricción producida por estas retarda en 1,2 milisegundos cada siglo la rotación terrestre, alargando el día desde las 21,9 horas de hace 620 Ma a las casi 24 horas de la actualidad⁷⁴. Pero, en el muy largo plazo, estas influencias tenderán a minimizarse: la Luna se aleja hoy a una tasa de 3,8 centímetros por año⁷⁵. Por cierto, los continentes mismos también sufren la acción de los astros, en las llamadas «mareas de tierra»: hasta 60 centímetros sube y baja la «tierra firme» en las zonas ecuatoriales, aunque es discutible que merezca ese título⁷⁶.

Un sándwich entre dos océanos: La formación del mar y la atmósfera

Se especula que la primera atmósfera estaba formada por elementos ligeros, que venían incluidos en el «combo» de la nube cósmica primigenia, so-

bre todo helio e hidrógeno. El viento solar y el calor terrestre, sin embargo, se la habrían llevado universo adentro. Pasados los años, los gases volátiles del interior, algunos expelidos en enormes volúmenes por los primeros volcanes, formaron una segunda atmósfera, rica en gases de efecto invernadero, pero pobre en oxígeno: un infierno a la venusiana. Solo hace unos 2.800 Ma, cuando la actividad bacteriana había adquirido proporciones planetarias, la atmósfera comenzó a adquirir la composición que hoy conocemos, y que le permitió a Torricelli afirmar con plena sensatez que, más que vivir sobre la superficie de la Tierra, vivimos en el fondo de un océano de aire.

Pero mejor tarde que nunca: para efectos de protección de radiación extraterrestre de alta energía –rayos solares ultravioleta, partículas cargadas, tormentas de rayos cósmicos–, la atmósfera equivale a una muralla de concreto de 4,5 metros de grosor⁷⁷. El precio que debemos pagar a cambio es que la actividad de la atmósfera bombardea la Tierra con unos 44 rayos por segundo⁷⁸. Cada uno, con la capacidad de calentar el aire a su alrededor a unas tres veces la temperatura de la superficie del Sol⁷⁹. Considerando que ello le produce la muerte «solo» a unas 24.000 personas al año⁸⁰ (solo una de cada cinco de ellas mujer⁸¹), se trata de un trato muy favorable para el negocio de la vida. Y siempre puede abrigar la esperanza de que incluso si algún rayo lo alcanza su cuerpo se comportará como el de Roy Sullivan, guardaparques de Virginia, golpeado por siete hasta que su paciencia se agotó y acabó su vida con un suicidio⁸².

El proceso de formación de los océanos comenzó en la tierna infancia del planeta. Quizás hace incluso 4.400 Ma, gentileza de meteoritos cargados de hielo, y tal vez uno que otro cometa que colisionó con este *geoide* recién llegado al barrio. Las azuladas fotos del planeta que nos son tan familiares, sin embargo, podrían llevarnos a sobrestimar el aporte extraterrestre: 1.386 millones de km³ de agua suena generoso para haberla traído desde tan lejos, pero si la Tierra fuera del tamaño de una bola de baloncesto, toda el agua disponible cabría en una esfera de 2,6 centímetros de diámetro, y toda el agua dulce disponible en ríos y lagos la podríamos empacar en una esfera de 0,11 milímetros⁸³.

A esas alturas, los ánimos habían comenzado a apaciguarse en la alborotada superficie terrestre, y ya podía empezar a pensarse en desarrollar vida y todas esas cosas.