

La historia perdida de los planetas

Los geólogos somos contadores de historias y nuestro trabajo consiste básicamente en remontar el tiempo. Igual que un historiador escudriña documentos en archivos y bibliotecas, los geólogos leemos las rocas y paisajes como si fueran libros. Unos y otros contamos crónicas imperfectas, los primeros porque la historia del hombre y la cultura es rica en matices y detalles difíciles de conocer, y los segundos porque la historia de la Tierra es como un viejo libro del que sólo conservamos unas cuantas páginas sueltas. Pero, ¿por qué la información geológica es tan escasa y fragmentaria? Porque vivimos en un planeta dinámico donde la acción continua de los volcanes, el agua y el viento borran con facilidad las huellas del pasado.

La idea de que la Tierra es un planeta amnésico fue expresada por primera vez hacia 1879 por el geólogo Archibald Geikie en los siguientes términos: *Aún cuando las rocas nos llevan muy lejos, a épocas remotísimas del pasado, no pueden conducirnos hasta el principio de la historia de la Tierra como planeta. Aquel tiempo primitivo solamente puede deducirse de otras pruebas, principalmente astronómicas.* O dicho de otra forma, al igual que los historiadores se ven obligados a viajar a otros países en busca de los datos perdidos en nuestros archivos, los geólogos también aspiramos a poder viajar para completar nuestras narraciones; pero claro, se nos olvida un pequeño detalle: en 1879 *homo sapiens* vivía pegado a la superficie topográfica, pues aún no había aprendido a volar.

La idea de Geikie sería retomada ochenta años después por el químico estadounidense Harold Urey. Hombre influyente y de mente inquieta, Urey se ocupó de problemas tan dispares como el estudio de isótopos radiactivos (por lo que fue merecedor del premio Nobel de Química en 1931), el origen de la vida, la composición de la atmósfera de Venus y la naturaleza de los cometas, entre otros temas. En 1959 recibió el difícil encargo de redactar un informe para la recién nacida NASA donde debía establecer un objetivo científico y tecnológico que permitiera a los Estados Unidos competir contra la Unión Soviética en la carrera espacial. Viendo que el camino hacia el espacio próximo se despejaba, no dejó

pasar la oportunidad y comenzó aquel encargo con la siguiente frase: *La Luna es el único cuerpo grande accesible cuya superficie nos hace regresar a los comienzos del Sistema Solar*. O dicho de otra forma, nuestro satélite natural es un mundo fósil en cuya superficie se conservan las páginas perdidas que le faltan al libro de la historia de la Tierra, y para comprobarlo sólo necesitamos unos simples prismáticos o un pequeño telescopio con el que poder observar desde la comodidad de nuestra casa montañas, valles y cráteres de miles de millones de años de antigüedad. Con este informe, germen del Proyecto Apolo, daba sus primeros pasos una nueva disciplina científica que entonces se bautizó con el exótico nombre de Astrogeología.

En 1959 cuando Urey redactó su informe seguían siendo válidos textos sobre el Sistema Solar escritos en 1920. Se creía que los cráteres lunares eran volcánicos, se sostenía la posibilidad de que existiesen océanos en Venus, y se consideraba muy probable que en Marte hubiese vida vegetal. Así pues hubo que empezar de cero. Las primeras misiones tenían enfoques muy definidos: las sondas de alunizaje *Surveyor*, destinadas a comprobar si el suelo lunar soportaría el peso de las cápsulas tripuladas del programa Apolo; o las naves de la serie *Mariner*, las primeras que alcanzaron, como si de una diana gigante se trataran, Mercurio, Venus y Marte. Estas misiones dejaron paso enseguida a otras más abiertas, como las series *Pioneer* y *Voyager*, en las que sondas provistas de cámaras y espectrómetros visitaban un planeta tras otro, enviando desde cada uno imágenes sobrecogedoras. Lo cierto es que pensar en ello treinta años después de su lanzamiento aún infunde respeto: dos pequeñas naves viajando en penumbra a velocidades de vértigo, navegando con absoluta precisión entre lunas y planetas con la sola ayuda de las leyes de Newton, sacando fotos impecables a horas luz de distancia de nosotros, enviando una débil señal de radio apenas perceptible por nuestras mayores antenas; dos naves que aún cuando ya no estemos aquí, continuarán su fabuloso viaje explorando la inmensidad del espacio y el tiempo.

Las etapas de la exploración planetaria que siguieron las agencias espaciales fueron: a) lanzamiento de sondas que sobrevolasen el objetivo, b) puesta en órbita de satélites artificiales de otros planetas, c) lanzamiento de módulos de aterrizaje y d) envío de vehículos de superficie. La cascada de hallazgos que resultó de esta serie de viajes acabó con frecuencia en la primera plana de los periódicos: los cráteres eran el resultado de violentas colisiones y no eran exclusivos de la Luna sino que adornaban todas las superficies planetarias; los famosos y también denostados canales marcianos resultaban después de todo ser reales; Venus había sufrido una inundación casi global de lava cuando los animales estaban surgiendo en la Tierra; uno de los satélites de Júpiter resultaba ser el cuerpo geológicamente más activo de todo el sistema solar; y otros seis cuerpos en órbita de alguno de los planetas gigantes tenían océanos subterráneos, alguno con más agua que los mares de la Tierra.

A diferencia de lo que es normal en cualquier otra especialidad científica en Geología Planetaria (el término Astrogeología hoy apenas se utiliza) los datos llegan por oleadas. El crecimiento de la masa crítica de datos en esta especialidad ha seguido por tanto el ritmo de las misiones, siendo la Luna y Marte los cuerpos más beneficiados por la continuidad de las políticas de exploración. La calidad de los datos ha crecido también exponencialmente, hasta el punto de que se puede decir sin exagerar que conocemos el relieve de la Luna, Venus y Marte mejor que el de muchas zonas de nuestro propio planeta.

Después de cincuenta años de exploración planetaria parece obligatoria la siguiente reflexión: ¿podemos resumir toda la experiencia adquirida y todo lo aprendido en este tiempo en algún principio básico, regla o teoría que nos sirva de guía en el estudio de los miles de mundos que nos aguardan alrededor de otras estrellas? Sin duda la búsqueda de un principio general que nos ayude a comprender la geología de los cuerpos planetarios es una tentación a la que resulta difícil resistirse pues, como afirmara el filósofo Manuel García Morente en 1914, *la razón humana dos rasgos característicos y correlativos: son su tendencia a generalizar, por una parte, y a limitar por otra*. Generalizamos al buscar principios explicativos universales que nos permitan abordar con éxito los problemas a los que nos enfrentamos; pero, por otro lado, cuando damos con una de estas recetas creemos que con ella se agotan los problemas por haber dado su máxima extensión explicativa. No cabe duda de que ambos rasgos son tendencias quietistas que deberían hacer saltar todas las alarmas, pues lastran y adormecen el espíritu crítico de los investigadores. Sin embargo, y a pesar de estar prevenidos, los geólogos planetarios hemos sucumbido a la tentación de flirtear con ellos. Veamos cómo.

Hoy sabemos que planetas y satélites modifican su aspecto con el paso del tiempo. En la mayoría de los casos su historia transcurre durante miles de millones de años sin grandes sobresaltos, protagonizando una monótona biografía controlada por el implacable proceso de enfriamiento y algún que otro evento catastrófico, generalmente impactos asteroidales o episodios de vulcanismo. Durante mucho tiempo se creyó que esta historia dependía, en último término, de la cantidad de energía que un cuerpo era capaz de almacenar en su interior. El razonamiento era impecable: cuanto mayor es el planeta, satélite o asteroide, más partículas de roca y polvo fueron necesarias para lograr su formación por acreción (esto es, unión de partículas mediante colisiones a baja velocidad que, además de acrecentar el tamaño del cuerpo, desprenden calor) y, presumiblemente, más cantidad de elementos radiactivos puede almacenar en su interior. A mayor reserva de “combustible” en forma de calor o fuentes de calor, más potente puede ser su motor interno y, previsiblemente, más tiempo puede durar su actividad geológica, sobre todo la actividad de los volcanes.

El geólogo James W. Head propuso a finales de los años setenta el llamado Índice de Evolución Planetaria (IEP), una relación numérica que permite establecer de forma aproximada el grado de actividad geológica de cualquier cuerpo. Su fundamento teórico es sencillo: a partir de la datación de rocas lunares se deduce que cuanto mayor número de cráteres de impacto presenta una región de nuestro satélite, más antigua es, y la relación cráteres-edad se puede extrapolar fuera de nuestro satélite debido a que los impactos son un rasgo que encontramos en todas las superficies sólidas del Sistema Solar. Por otro lado, sabemos que los procesos geológicos que pueden borrar los cráteres (principalmente el vulcanismo) dependen de la cantidad de energía o combustible de la que disponga el planeta o satélite. Así pues, cuanto mayor sea la superficie con cráteres, menor será la energía con la que el cuerpo habrá contado a lo largo de su historia y, por lo tanto, su aspecto será más primitivo, como la Luna. Por el contrario, un cuerpo que cuente con abundante combustible en su interior habrá podido remodelar su superficie y estará casi libre de cráteres, será más joven y se parecerá más a la Tierra.

James Head estableció que el IEP de un cuerpo se obtiene de dividir el porcentaje de superficie volcánica entre el porcentaje de superficie con cráteres. La ordenación de los cuerpos según este índice (0,2 para la Luna, 0,3 para Mercurio, 0,5 para Marte, 4 para Venus y 6 para la Tierra) permitió obtener una primera conclusión lógica: los planetas son más activos y sus paisajes más complejos y diversos (más evolucionados, por así decirlo), cuanto mayor es su masa. Según se deduce, los cuerpos grandes y con mucha masa almacenan una mayor energía en su interior. Por ser la Tierra el mayor de los planetas rocosos podía ser considerado como el último eslabón de una larga cadena evolutiva planetaria que apenas conserva unas doscientas cicatrices de impacto en su corteza. Por su parte la Luna y Mercurio, con decenas de miles de cráteres visibles, eran los mundos a estudiar para conocer el pasado remoto de nuestro planeta, tal y como ya afirmase Urey. Marte, un mundo parcialmente craterizado y con evidencias de un intenso vulcanismo (su corteza sostiene los mayores edificios volcánicos del Sistema Solar) representaría una especie de edad media; y Venus, con apenas mil cráteres identificados, podría interpretarse como nuestro gemelo descarriado. Todo parecía encajar en este escenario asombrosamente simple y familiar, sospechosamente geocentrista.

La exploración de los satélites de hielo que orbitan alrededor de los planetas gigantes puso en serios aprietos la regla del tamaño y el IEP. Si bien es cierto que la mayoría de los pequeños mundos están intensamente craterizados, muchos otros muestran evidencias de historias convulsas y complejas. Quizá el ejemplo más emblemático sea Ío, satélite de Júpiter, que con un tamaño comparable al de la Luna presenta un IEP que tiende a infinito, pues los volcanes que pueblan su superficie rejuvenecen su aspecto de año en año. Y este no es el único caso. El valor para la vecina luna Europa es de 19, idéntico que el del lejano satélite Tritón,

que orbita alrededor de Neptuno. Otras lunas como Miranda, Titán o Encélado son igualmente jóvenes independientemente de su tamaño. De estos datos se deducen varias conclusiones: (1) el tamaño no es lo que más importa, o no al menos en geología planetaria, (2) además del tamaño y la masa debemos tener en cuenta factores como la composición química, la acción de la gravedad, el lugar que ocupa en el sistema, y (3) idénticos procesos en cuerpos parecidos producen resultados diferentes e imposibles de predecir.

Los investigadores que a finales del pasado siglo XX confiaron en este índice fracasaron en sus predicciones. Las misiones *Voyager*, *Galileo* y *Cassini* mostraron que los satélites de hielo son cuerpos diversos y singulares al margen de toda regla, un hecho que llamó la atención del paleontólogo especialista en evolución biológica, Stephen Jay Gould. La abrumadora diversidad de paisajes y de historias a la que se enfrentaban los geólogos planetarios le llevaron a redactar un artículo en el que sin ningún rubor se atrevía a comparar los planetas con personas. Según Gould, puesto que los cuerpos planetarios y los organismos parecen poseer una individualidad que los hace únicos, ambos deben ser estudiados por ciencias de corte historicista, es decir, por aquellas disciplinas que como la Geología o la Biología se fundamentan en la reconstrucción de sucesos y que manejan sistemas complejos en continua evolución. Así pues, comprender el origen de la diversidad o las peculiaridades de un planeta supone tener que conocer su historia. Según sus palabras: *los planetas y las lunas no son un séquito repetitivo, formado bajo unas pocas leyes sencillas de la naturaleza. Son cuerpos individuales con historias complejas, y sus rasgos principales están producidos por acontecimientos únicos que modelan su superficie.*

En conclusión, podemos afirmar que por el momento sólo el azar es el parámetro que en último término nos permite explicar por qué los mundos que conocemos, y en especial la Tierra, son como son. Este factor sólo se puede analizar desde un punto de vista histórico, esto es, podemos reconstruir la historia azarosa de un planeta, pero no predecirla con antelación. Este parámetro sólo podrá ser abordado en el futuro mediante un auténtico ejercicio de planetología comparada, para lo cual necesitaremos conocer con cierta exactitud las propiedades y rasgos de una muestra lo suficientemente representativa de mundos, quizá un centenar. Sólo entonces estaremos en condiciones de poder predecir cuáles son los “eslabones perdidos” que nos faltan por descubrir en la cadena de la evolución planetaria. Una difícil pero fascinante tarea que, aunque parezca imposible, ya ha comenzado.

Bibliografía y fuentes de información

Castilla, G. (2007). *El rumor de los planetas*. Equipo Sirius, Madrid.

García Morente, M. (1975). *Escritos Pedagógicos (1913-1944)*. Espasa-Calpe, Madrid.

Geikie, A. (1889). *Nociones de Geología*. Ángel Estrada & CÍA, Buenos Aires.

Gould, S. J. (1991). Planetas como personas. En: *Brontosauros y la nalga del ministro*. Crítica, Barcelona.

Stevenson, D.J. (2000). Planetary Science: A Space Odyssey. *Science*, 287, 997-1005.