



ISSUES IN PALEOBIOLOGY: A GLOBAL VIEW. INTERVIEWS AND ESSAYS

Preparado por Marcelo R. Sánchez-Villagra y Norman MacLeod. Sciedinge Hall Verlag, Zúrich, 2014.

Paleobiología

*Individuos, especies, ecosistemas
y entornos fósiles*

Salvo en contados recodos de tendencia geológica, los paleontólogos de la nueva síntesis darwinista mostraban un interés central en la biología y evolución de los organismos fósiles en sus ecosistemas. Miquel Crusafont, decano de la materia en España, declaraba, a este respecto, en las lecciones inaugurales de la asignatura, que la biología se dividía en paleontología, atenta al estudio de los fósiles, y neontología, que se ocupaba de las especies actuales. De la paleontología a la paleobiología no ha habido solución de continuidad, con la salvedad de que esta se ha beneficiado de un mayor número de expertos y dilatación del dominio de investigación.

El registro fósil facilita el acceso a pautas evolutivas y tendencias globales de la biodiversidad a través de las eras geológicas. En ello insiste la paleobiología desde su fundación, en 1912, por Othenio Abel. La disciplina adquirió plena madurez epistemológica en los años setenta con los trabajos de un grupo de paleontólogos norteamericanos integrado, entre otros, por Niles Eldredge, Stephen Jay Gould, David M. Raup, Thomas J. M. Schopf y Stephen M. Stanley. Empezaron por admitir la estasis morfológica de las especies, un fenómeno que implica que el cambio evolutivo se concentró en episodios de especiación geológicamente breves. Esta teoría del equilibrio puntuado, elaborada por Eldredge y Gould, tuvo una implicación importante que no se reconoció en el comienzo: la macroevolución debe operar mediante la selección de especies, análoga a la selección de individuos en la evolución darwinista. Gould en particular influyó en el movimiento de la taxonomía numérica; aplicó métodos matemáticos a la alometría, morfología y heterocronías.

Pese a todo, los paleontólogos no han descuidado los métodos tradicionales, incluido el más sencillo, la observación directa. De ese medio se sirvió el recientemente fallecido Adolf Seilacher (1925-2014) en su interpretación de los enigmáticos especímenes de Ediacara, que datan de hace unos 578 millones de años, antes de la aparición de los principales filos animales durante la explosión del Cámbrico. Seilacher entró en la Universidad de Tubinga en 1945. Allí el paleontólogo Friedrich von Huene le enseñó el uso de la cámara lúcida, un aparato con un prisma y un espejo que proyecta la imagen del espécimen en una lámina de papel para que pueda dibujarse. En una expedición a Salt Range, en Pakistán, Seilacher y su alumno Otto Schindewolf descubrieron huellas de trilobites en rocas tempranas del Cámbrico, que aportaron claves para descifrar el estilo de vida de los animales.

Seilacher mostró también de qué modo los fósiles traza (los que registran una actividad biológica, como la excavación subterránea de animales marinos) revelan rasgos de conducta. Analizó influencias que conforman la morfología de los invertebrados y mostró cuán excepcionalmente los conjuntos fósiles conservados (denominados por él *Lagerstätten*) eran resultado de condiciones tales como la escasez de oxígeno, rápido enterramiento y el efecto de películas microbianas que sellaban la superficie del sedimento.

La paleontología es una ciencia en continua progresión. Por botón de muestra, traigamos a colación algunos de los últimos hallazgos más importantes. Empezamos por el relativo a la estilización de los huesos del esqueleto humano con el tiempo. Los huesos de chimpancé se encuentran inmersos en estructuras microscópicas que conforman un hueso es-

ponjoso, lo que no acontece en los huesos de los humanos modernos, expuestos a fracturas y osteoporosis. Un reciente estudio comparado de *Australopithecus*, neandertales y primeros *Homo sapiens* nos muestra que presentaban densidades de hueso esponjoso mucho mayores que los humanos modernos, fenómeno que se atribuye a un estilo sedentario de vida.

Conocida es la riqueza del registro fósil de équidos, modelo de procesos evolutivos. Una nueva calibración de la filogenia de *Equus*, basada en la secuencia genómica de un équido de comienzos del Pleistoceno (hace entre 4 y 4,5 millones de años) sugiere que el linaje de *Equus* dio origen a los caballos, cebras y asnos contemporáneos. Otra cuestión en el desarrollo de la paleontología lo constituye la evolución temprana de vertebrados dotados de mandíbula (gnatostomos). El equipo dirigido por Martin D. Brazeau ha aplicado la tomografía computerizada a la caja craneana de un espécimen de 450 millones de edad procedente del Devónico inferior de Siberia, un osteíctio. Han descubierto que el cráneo era una mezcla de características observadas por separado en los osteíctianos, condriactianos o en ninguno de ellos. El análisis filogenético sitúa a los peces en la base de los gnatostomos y sugiere que los enigmáticos acantodianos (grupo extinto de peces fósiles) estaban emparentados con peces cartilaginosos.

Un cuarto ejemplo tiene que ver con la incompletitud del registro fósil, que impide identificar el origen de muchos de los clados de vertebrados más derivados. Tal es el grupo de los Ictiopterigios, un clado de reptiles marinos que aparecieron a comienzos del Triásico, sin que se conozcan intermedios. El examen de un inctiosauriforme basal procedente del Triásico inferior (hace unos 248 millones de años) de China presenta un esqueleto primitivo que indica posibles hábitos anfibios.

Otro ejemplo: ¿quiénes eran los gondwanaterios? Durante decenios han estado envueltos en el misterio. Los Gondwanatheria constituían una rareza mamífera. Solo se conocían restos fragmentarios (dientes aquí y allí y, excepcionalmente, algún trozo de mandíbula). Su conformación era propia de omnívoros y herbívoros, pero se desconocían sus relaciones de parentesco con los otros miembros del árbol de los mamíferos. El descubrimiento de un cráneo entero de un nuevo género de gondwanaterio ofrece pruebas y datos que resuelven el misterio y revela la existencia

de una sorprendente diversidad morfológica en los mamíferos primitivos. El cráneo, de 12,41 centímetros de longitud, pertenece a un individuo de la especie *Vintana sortichi*; se descubrió en la formación Maevarano de Madagascar. Se presume que se trataba de un herbívoro de ojos grandes, ágil y con un desarrollo extraordinario del olfato. El cráneo constituye un mosaico de rasgos primitivos y derivados, reflejo quizá de una larga historia evolutiva en aislamiento geográfico.

Las fosforitas de la formación ediacarana de Doushantuo (de unos 600 millones de años de antigüedad) produjeron microfósiles esferoides con un patrón de división celular palintómica. Se han recuperado fósiles esferoidales procedentes de fosforitas negras de dicha formación. Y ahora sabemos que acometían la división celular, había separación entre gametos y células somáticas y pasaban por la muerte celular programada. Por fin, en la formación de Bugiin Tsav, Mongolia, se encontró en 2009 la extremidad anterior izquierda de un espécimen de *Deinocheirus*. El fósil superaba en un 6 por ciento la longitud del holotipo. El análisis cladístico realizado ahora indica que *Deinocheirus* constituía el miembro más poderoso de los Ornithomimosauria, lo que no impide que presente caracteres que le distinguen del resto del grupo. Nos hallaríamos ante un animal pesado, con un hocico pronunciado, mandíbula profunda, espinas neurales muy altas, pigostilo, fúrcula en U, pelvis extensa para los anclajes musculares. De los restos de peces encontrados en su estómago se infiere su dieta megaomnívora y un hábitat méxico.

Las cuestiones centrales de la paleobiología son las relacionadas con el proceso de especiación y radiación en el espacio y el tiempo. Es decir, las variables genéticas y ecológicas, que nos conducirán a la evolución filogenética de las especies. En el transcurso del tiempo geológico y hasta el presente, la vida en el mar presenta una exuberancia de biodiversidad fascinante. Pensemos en protozoos marinos, en particular en los foraminíferos, cuya investigación resulta ahora impensable sin atender a la paleobiología, paleoclimatología, paleogeografía, paleoecología y posible fisiología de formas extintas mediante la comparación con análogos vivos. Los foraminíferos, eucariotas unicelulares, han vivido en los océanos durante más de 500 millones de años. En razón de su estrategia de vida se dividen

en dos tipos: foraminíferos planctónicos y foraminíferos bentónicos. Los bentónicos, que habitan en las profundidades, presentan un tamaño oscilante entre menos de 100 micras hasta un diámetro máximo de centímetros. Los de mayor talla poseen estructuras internas complejas. Los planctónicos han evolucionado a partir de los bentónicos del Triásico; no suelen superar las 600 micras. Foraminíferos vivos y fósiles presentan una amplia variedad de formas y tamaño. La complejidad morfológica de sus conchas y su evolución en el curso del tiempo ayudan a interpretar cuestiones fundamentales de paleobiología. Del conocimiento de la forma y estructura de los grandes foraminíferos se vale, para su progreso, la bioestratigrafía de entornos de aguas someras. En los horizontes estratigráficos queda recogida la evolución. Las formas primitivas persistieron y superaron condiciones adversas y episodios de grandes extinciones; además, dieron origen a formas gradualmente más especializadas y complejas.

Los grandes foraminíferos medran en muchos medios. Con su estrategia de reproducción aplazada, presentan una vida media muy larga; los grandes *Nummulites* llegan a los cien años. Desde hace años se viene investigando la genética de los foraminíferos que permite establecer las relaciones de filogenia entre grupos. Los experimentos con cultivos bajo condiciones ambientales controladas (temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto, contenido en nutrientes, concentración de elementos traza y riqueza isotópica) nos habrán de permitir interpretar mejor el comportamiento ecológico natural y las tolerancias ambientales. Se sirven de pseudópodos para capturar partículas nutritivas; descifradas la salinidad, temperatura, densidad de agua e iluminación, conoceremos la naturaleza, estilo de vida, hábitos y evolución de especies extintas de foraminíferos.

No todo es avance. Las plantas son cruciales en el funcionamiento de la Tierra, al menos en su superficie. Condicionan el clima, la geoquímica y erosión del suelo. Son fuente y sumidero de carbono. Nuestro conocimiento sobre esas cuestiones procede de la mano del descubrimiento de plantas fósiles, de su taxonomía, sistemática y fisiología. No obstante, nos sentimos abrumados por las carencias. ¿Cómo eran los licópsidos arborescentes del Carbonífero? Ignoramos su metabolismo, vida media y forma de nutrición. El mundo moderno está do-

minado por las plantas con flores, muy distinto del que predominaba en tiempos pasados; las propias coníferas del Paleozoico divergían mucho de las coníferas actuales.

La región de mayor biodiversidad del planeta se ubica en los trópicos de América del Sur (que comprenden un extenso número de ecosistemas, de las selvas alpinas de los Andes hasta desiertos y sabanas, páramos y pluviselvas). Para hacerse una idea: 50 hectáreas de la pluviselva del Ecuador tienen más especies arbóreas que, juntos, Estados Unidos y Canadá. Desde hace tiempo se conoce este fenómeno, denominado gradiente latitudinal de la diversidad. Los científicos han propuesto hasta 25 hipótesis diferentes para explicar los gradientes, aunque ninguna resulta satisfactoria. La razón de tanta controversia es que no se puede resolver el origen del gradiente latitudinal de la diversidad sin el uso del registro fósil. Al fin y al cabo, el gradiente que observamos hoy es el fruto de la acción del tiempo geológico.

Pero, ¿en qué medida se epitomiza en el registro fósil la historia real de la vida? Todos los campos de la paleobiología, sea de nivel microevolutivo o macroevolutivo, dependen de un dominio seguro del registro fósil. Todavía conocemos de una manera muy imperfecta el registro de organismos, poblaciones, especies, filos y comunidades ecológicas en diferentes escalas temporales y espaciales. A escala temporal global y geológica, lo vemos ejemplificado en el origen de los ecosistemas terrestres trópicamente modernos y en la colonización de tierra firme por plantas y animales, uno de los principales acontecimientos de la historia de la vida. Entre el Cámbrico y el Ordovícico Medio no existen pruebas fósiles incuestionables de colonización de la tierra. El registro fósil de plantas continentales comienza, en el Ordovícico, con esporas, pero hasta el Silúrico tardío no empiezan a aparecer fósiles de plantas. El registro fósil de los subsiguientes invasores de tierra firme, los artrópodos, es, con mucho, más incompleto. Diversos grupos invadieron el suelo firme independientemente; su fosilización dependía de ciertas condiciones especiales y favorables, amén de entornos sedimentarios. Los fósiles de artrópodos más antiguos son restos de milípedos del Silúrico y arácnidos. Los insectos no aparecieron hasta comienzos del Devónico.

—Luis Alonso