

CAPÍTULO 1

La Paleontología: Estudio de la Biodiversidad Extinta en un Marco Evolutivo

Analía M. Forasiepi, Marcelo R. Sánchez-Villagra y Julio Mario Hoyos

La paleontología es la ciencia que estudia e interpreta el pasado de la vida sobre la tierra y los paleontólogos son los científicos que se dedican a esta disciplina. Entre los objetivos inmediatos de la paleontología está la reconstrucción de los seres que vivieron en el pasado, el origen de las distintas especies y las causas de su extinción, las relaciones de parentesco o filogenia, la relación de los seres con el entorno y su distribución en el planeta.

Para interpretar la evolución de un grupo de organismos, el paleontólogo se remite a una tarea similar a la de reconstruir un árbol familiar. Los científicos construyen árboles filogenéticos donde quedan representadas las relaciones entre los organismos, distinguiendo a los parientes cercanos de los otros más distantes. Estas relaciones de parentesco se van esclareciendo a medida que el científico va comparando y analizando los caracteres o rasgos propios de los organismos. Los grupos quedan definidos al ir identificando los caracteres nuevos que han ido apareciendo durante la evolución y que son compartidos por el ancestro en común y todos sus descendientes. Por ejemplo, los mamíferos conforman un grupo natural de animales que se caracterizan por poseer todos ellos una cubierta aislante de pelos, un corazón con cuatro cámaras, glándulas mamarias para dar alimento a las crías, entre otros caracteres. Estos rasgos en su conjunto caracterizan tanto al ancestro de los mamíferos y a todos los demás organismos que se originaron a partir de él.

El trabajo del paleontólogo requiere además de la ayuda de científicos de otras disciplinas para entender el entorno en el cual vivieron los seres en el pasado. Entre ellos se destacan los geólogos (quienes estudian la Tierra), biólogos (quienes estudian los seres vivos), ecólogos (quienes estudian las relaciones entre los seres vivos y con el ambiente que los rodea), entre otros. Las respuestas a las preguntas generadas a partir del hallazgo de un fósil muchas veces son elaboradas en conjunto entre los diversos especialistas, aportando cada uno de ellos desde su óptica de trabajo y experiencia.

Fósiles: restos de vida antigua

Los fósiles son la principal herramienta de los paleontólogos para conocer y entender la historia de los seres vivos que habitan y habitaron nuestro planeta. Un fósil es todo resto o indicio de vida del pasado. Los fósiles son muy diversos, tanto por la naturaleza del individuo al que pertenecieron como por las sorprendentes formas en las que se han conservado. Un ser vivo al morir se descompone por la acción de microorganismos, como hongos y bacterias, y lentamente se consume. Sin embargo, en ciertas ocasiones sus restos pueden preservarse. Si al morir, el organismo queda enterrado rápidamente, como en la orilla de un río, el fondo de un lago o del mar, la carcasa queda protegida de la acción del ambiente y de los carroñeros. Las partes blandas, como la piel, los músculos y los órganos internos, se descomponen, pero las partes duras, como los dientes y los huesos se conservan y paulatinamente van absorbiendo los elementos químicos disueltos en el medio. Sustancias como el cuarzo, el ópalo o la calcita cristalizan en las oquedades de los huesos y así lentamente se van transformando hasta convertirse en un fósil, constituido por minerales semejantes a los de las rocas que lo rodean. Esta transformación lleva el nombre de petrificación y es solo un tipo de fosilización.

Con el correr del tiempo, los restos del organismo muerto se van cubriendo por toneladas de sedimentos que se van consolidando a lo largo de los millones de años. Por convención, la antigüedad mínima para que cualquier resto sea considerado un fósil es de 10.000 años. En algún momento, los movimientos de la corteza terrestre pueden levantar las capas de rocas que contienen a los fósiles y de esta forma quedar expuestos en la superficie del terreno. La erosión del viento, la lluvia, el calor y el frío van revelando paulatinamente los restos que estuvieron encerrados en las rocas durante millones de años.

Los tipos de fósiles

Resulta común que la palabra fósil remita inmediatamente a los huesos petrificados de los grandes dinosaurios, pero estos son tan solo un tipo de fósil. La petrificación es el ejemplo más frecuente, sin embargo, hay casos excepcionales, como la momificación, en donde se ha preservado también las partes blandas, incluyendo la piel y los órganos internos. Un ejemplo de ello son los mamuts hallados en Siberia, conservados casi por completo en una capa de hielo, formada hace alrededor de 10 mil años, durante el último periodo glacial. Otro ejemplo interesante son los restos de cuero del milodonte, un perezoso de gran tamaño que vivió hace alrededor de 11.000 años, hallados en una cueva al sur de Chile. En este último caso no solo el clima frío y seco facilitó la preservación de la materia orgánica, sino también el guano de otros animales que actuó como capa protectora. La momificación sin embargo, puede registrarse para restos mucho más modernos que aquellos de los grandes dinosaurios, que al contrario vivieron hace algo más de 65 millones de años y que sería imposible encontrarlos preservados como momias.

Otro ejemplo inusual de preservación lo constituye el caso de restos de animales que quedaron atrapados en menes o pozos de asfalto, como aquellos de Inciarte en el piedemonte de la sierra de Perijá en el Estado Zulia (Pleistoceno tardío, con dataciones que rondan entre los 40.000 y los 1.000 años) y en Orocuál, Monágas (Pleistoceno temprano medio). Los numerosos materiales hallados en estos yacimientos constituyen los descubrimientos más importantes para la paleontología venezolana de la última década.

Los rastros fósiles o icnitas son vestigios de vida que revelan aspectos de la actividad de los organismos en el pasado. Son muy comunes los túneles y los nidos de los invertebrados, las perforaciones de los gusanos y las huellas o pisadas de los dinosaurios y otros animales. Resulta imposible determinar con exactitud la especie responsable de hacer estas huellas, pero dan mucha información sobre el comportamiento y el lugar en donde los animales vivieron. Las huellas representan “un comportamiento fosilizado” que atestigua sobre la vida del animal, a diferencia de los demás tipos de fósiles que son “restos de su muerte”. Las icnitas son estudiadas por una rama de la paleontología que se llama icnología y las especies creadas a partir de las huellas se llaman icnoespecies. Las icnitas son muy comunes en los yacimientos de edad Miocena y Pliocena del Estado Falcón.

Los huevos de los animales también pueden fosilizarse. Se han encontrado numerosos huevos completos o pedazos de la cáscara de distintos tamaños y formas que han sido referidos a tortugas, cocodrilos, aves, y dinosaurios. Al igual que en el caso de las huellas, la atribución a una especie determinada es tentativa, pero en otros se ha encontrado el embrión fosilizado en el interior lo que ha permitido no solo identificar con exactitud a qué especie pertenecía sino también realizar una gran variedad de estudios para interpretar cuáles fueron los cambios que sufrió el animal a lo largo de su crecimiento. En Venezuela el único ejemplo que conocemos son huevos de tortugas marinas, posiblemente

atribuibles a *Bairdemys venezuelensis* encontrados en grupos, aunque todos lamentablemente rotos. Estas tortugas debieron haber desovado en una playa marina en lo que es hoy la zona desértica de Urumaco en el Estado Falcón.

Los coprolitos o excrementos fosilizados tanto de vertebrados como de invertebrados son otro tipo de fósiles. Estos dan información sobre la dieta de los animales que los produjeron pero



Figura 1.1. Icnofósiles de la Formación Urumaco. En este caso, madrigueras de camarones, del Mioceno tardío. Se preservan sistemas de túneles excavados dentro del sedimento donde estos animales se movían. Hoy son “tubos” de roca rellenos, presentando un fiel testimonio del tamaño y complejidad de las construcciones de esos animales.

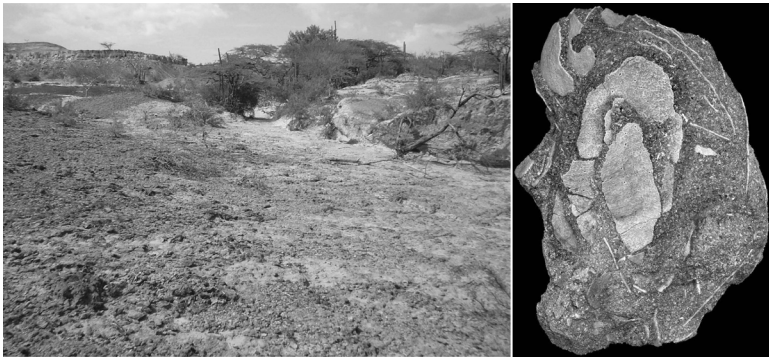


Figura 1.2. Foto de la localidad portadora de huevos de tortuga de Urumaco. Modificado de Winkler y Sánchez-Villagra (2006). En el recuadro, detalle de la roca con fragmentos de huevos.

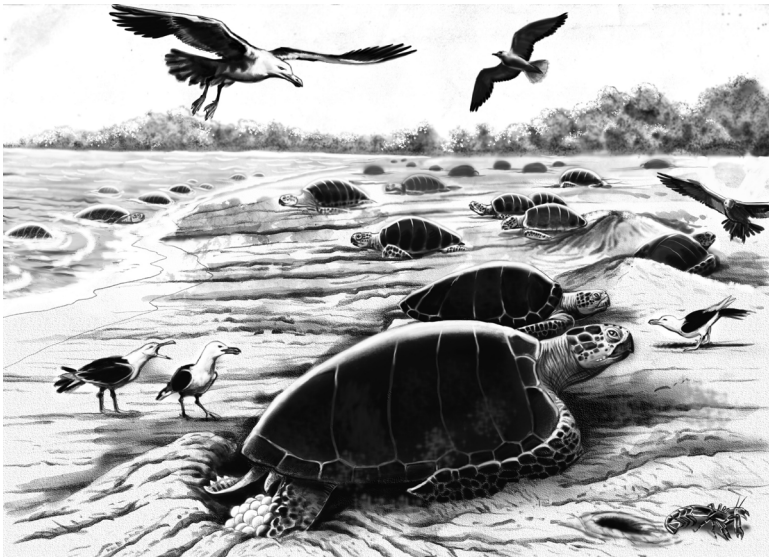


Figura 1.3. Reconstrucción del desovado de la tortuga pelomedúsida Bairdemys en una playa marina del Mioceno tardío de Falcón.

también es imposible determinar con certeza quiénes fueron los productores. En la zona de Urumaco en el Estado Falcón los coprolitos son muy comunes en los depósitos del Mioceno tardío y por la forma son usualmente atribuidos a cocodrilos. Algunos de estos coprolitos llegaron a alcanzar grandes dimensiones, alcanzando hasta los 30 cm de longitud. Si bien llamativo, esto resulta menos sorprendente cuando se considera que existieron especies de cocodrilos verdaderamente gigantes, incluyendo una de hasta 12 metros de longitud total.

Las conchillas de los invertebrados suelen preservarse de diferentes maneras. Una forma es por petrificación, al igual que los huesos de los vertebrados. Sin embargo, la forma más común es



Figura 1.4. Coprolito hallado en la Formación Urumaco. Debido a su gran tamaño y forma, muy probablemente se asocie a uno de los grandes cocodrilos conocidos de esta región.

presentarse como moldes. La conchilla original se disuelve y la roca que la rodea copia la forma exacta tanto en su cara externa como interna. A estos se los denomina moldes externo e interno respectivamente.

En las plantas hay también tejidos duros (como los troncos y las raíces) y blandos (como las hojas y las flores) que pueden fosilizarse. En general los troncos y las raíces se petrifican como sucede

con los huesos, mientras que las hojas, y excepcionalmente las flores, se preservan como improntas (similares a las huellas) o, en algunos casos, se carbonizan. De los vegetales también se conservan partes microscópicas, como las esporas y el polen, muy resistentes por poseer una cubierta externa rígida. Cuando están presentes en el sedimento, las esporas y el polen son muy abundantes y dan mucha información sobre las condiciones ecológicas del momento en el que vivieron. El estudio de los vegetales fósiles es realizado por paleobotánicos mientras que las esporas y el polen son estudiados por una rama de la paleontología llamada palinología. En Venezuela, mucho de lo que sabemos sobre la historia geológica de la zona de Guayana es gracias a los trabajos sobre polen fósil conducidos por Valentí Rull y colegas en las últimas tres décadas.

Los organismos atrapados en ámbar son unos tipos de fósiles muy particulares y poco frecuentes en el mundo. La resina que producen algunos árboles, como las coníferas, a veces atrapa restos vegetales y pequeños animales, como insectos y vertebrados. Esta resina se endurece con el correr del tiempo y se convierte en ámbar. Los organismos incluidos en ámbar son excepcionales. Muchas veces se preservan insectos casi completos, con sus minúsculos apéndices en estado casi perfecto, los cuales serían casi imposibles de conocer de otra manera. El ámbar se considera además una piedra semipreciosa y es usada en la joyería para hacer collares, prendedores, pulseras y otros adornos. En Venezuela se ha encontrado un resto de ambar de la Formación Querales en el Estado Falcón, que está siendo estudiado por Leandro Pérez de la Universidad de La Plata y sus colaboradores.

Otras rocas de interés comercial, que nos remiten inmediatamente a los fósiles, son las calizas usadas para la construcción y el petróleo. Las calizas son rocas formadas por la cubierta calcárea de pequeños animales y algas que vivieron hace millones de años en mares cálidos y poco profundos. El petróleo resulta de la descomposición de restos de organismos marinos que quedaron atra-

pados entre sedimento impermeable. Venezuela es conocida en el resto del mundo por los ricos yacimientos de petróleo, los cuales tienen además un alto impacto en la economía nacional.

Del campo al museo: las tareas de prospección y recolección de fósiles

El esqueleto de un animal prehistórico montado en un museo no deja nunca de impactarnos, hasta casi imaginarlo como una obra de arte. Sin embargo, detrás de cada reconstrucción está involucrada la extensa labor de numerosos personajes que incluyen paleontólogos, geólogos, técnicos, estudiantes, artistas y colaboradores. Ellos trabajan en conjunto y luego de varios años de esfuerzo, estudio y dedicación llegan a entender y conocer un poco más la información que los fósiles encierran.

Antes de salir a buscar los fósiles, el paleontólogo debe tener en claro sus objetivos para saber a qué lugar ir a buscarlos. No todos los fósiles se encuentran en el mismo lugar y no todos los lugares contienen fósiles. Por ejemplo, un paleontólogo especialista en invertebrados marinos, como los amonites y bivalvos, debe ir a buscar estos animales en rocas que antiguamente hayan sido un fondo marino y que tengan una antigüedad acorde al periodo en el que vivieron. De igual manera, un paleontólogo que estudia dinosaurios debe focalizar su búsqueda en rocas que se hayan depositado durante la Era Mesozoica y que correspondan a un ambiente terrestre o costero. Para ello, los paleontólogos utilizan los mapas geológicos, donde quedan representados todos los tipos de rocas que afloran en la superficie terrestre en un lugar determinado. En Venezuela, sabemos que en los Andes existen extensas áreas de rocas sedimentarias del Jurásico que potencialmente podrían preservar restos de dinosaurios. Por otro lado, las rocas fosilíferas del Cretácico venezolano son por lo general de

ambientes marinos, de manera que allí se pueden encontrar otro tipo de reptiles.

Una vez establecido el objetivo y el lugar a donde trabajar, los paleontólogos comienzan con los preparativos de la campaña paleontológica. Uno de los primeros pasos es obtener el permiso de las autoridades Provinciales o estatales, según las leyes vigentes, ya que los fósiles son parte del patrimonio nacional. Asimismo, se toma contacto con el museo o centro de investigación más cercano al lugar a trabajar y con el propietario del campo donde afloran las rocas de interés.

Ya en el campo, se arma el campamento que puede estar cerca del sitio o yacimiento con fósiles, o muchas veces para mayor comodidad, en las cercanías de algún poblado donde en general hay mayor disponibilidad de agua y sombra. Las herramientas de trabajo siempre incluyen palas, picos, martillos, cinceles, pinceles, alambre, cinta métrica, yeso, espátulas, baldes, papel de diario, cajas de diversos tamaños, carretilla, sogas, anotadores, marcadores y pegamentos. Luego de instalarse en el campo, una de las primeras tareas es ir en busca de los primeros indicios de los fósiles. La tarea consiste simplemente en caminar y mirar detenidamente el sustrato. Cuando se trata de un animal grande, a menudo primero aparecen las pequeñas astillas de un hueso mayor diseminadas por la superficie del terreno. Se trata de localizar el lugar donde proceden exactamente hasta encontrar el hueso que continúa hacia el interior de la roca. Recién ahí se procede a excavar.

Para extraer el fósil, primero se retiran las rocas que lo cubren utilizando pico y pala. A medida que se acerca al hueso, el trabajo se hace más delicado, requiriendo la ayuda de pinceles, espátulas, cinceles, buriles y martillos. Mientras tanto el fósil es reforzado con laca y pegamentos. Cuando se destapa una cara del hueso, se la recubre con papel y luego con una capa de yeso y tela enyesada, para formar una cáscara dura que servirá de protección. Esta cubierta de yeso envolviendo al fósil se llama informalmente

“bochón” y es de suma importancia para proteger al fósil durante el traslado desde el campo al museo. Esta capa protectora será retirada con mucho cuidado en el laboratorio de preparación.

En el museo, los fósiles son preparados con herramientas manuales, como buriles y martillos neumáticos, o con ácidos por los técnicos especialistas. Los fósiles son catalogados con un

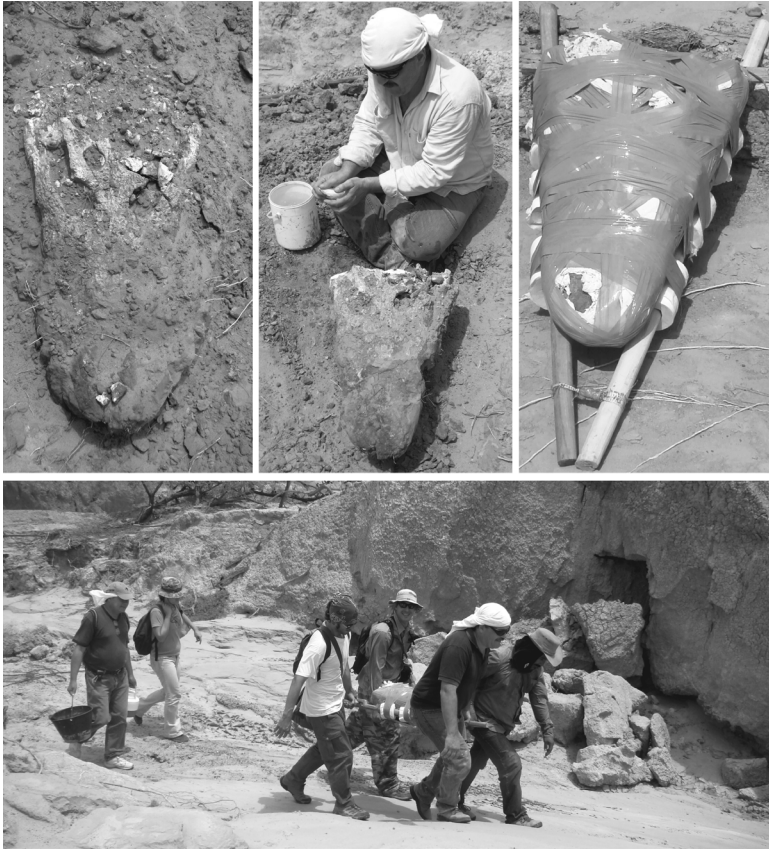


Figura 1.5. Rescate del cráneo de una nueva especie de cocodrilo de la Formación San Gregorio. Luego de descubrir el ejemplar semi-enterrado, Alfredo Carlini procede a despejar el sedimento a su alrededor, a consolidar el ejemplar con laca y pegamento y a preparar el “bochón” con yeso. En este caso, una estructura de madera facilitó transportar el cráneo entre varias personas al vehículo de campo. Fotos Cathy Villalba.

número de colección y en una ficha se especifica su procedencia geográfica y estratigráfica, el año del hallazgo, y otros datos de la expedición. El paleontólogo estudia estos fósiles para determinar a que organismo perteneció, cómo era su apariencia, qué relación tenía con otras especies de regiones vecinas, y por medio de una publicación científica da a conocer su descubrimiento y análisis. Al mismo tiempo los técnicos preparan en el caso de vertebrados moldes y copias en resina para que los restos puedan ser armados en los museos y en exposiciones, y los artistas hacen reconstrucciones del aspecto que habrían tenido los animales en vida.

La biodiversidad pasada y presente es el resultado de un proceso evolutivo

La única forma de explicar la gran diversidad de especies que habitan nuestro planeta, así como también aquellas que dejaron impronta a través de los fósiles, es por medio de la evolución. Por eso es aquí oportuno presentar una corta introducción a este tema fundamental.

La vida ha cambiado a través del tiempo, lo mismo que las ideas relacionadas al origen de la diversidad biológica. Antiguamente se pensaba que los seres vivos aparecieron todos al mismo tiempo, es decir espontáneamente, tal cual los conocemos hoy día. Sin embargo, numerosos descubrimientos científicos han demostrado que las poblaciones están en un continuo cambio, y que los seres vivos actuales son el resultado de un largo y complejo proceso de evolución.

Una de las primeras explicaciones científicas a los mecanismos de la evolución fue propuesta en 1809 por el naturalista Francés Jean Baptiste de Lamarck. En su libro *Filosofía Zoológica*, Lamarck suponía que la naturaleza está organizada en una serie de tipos naturales ordenados desde los más simples a los más complejos. Las formas inferiores progresan hacia los niveles de

complejidad y perfección mayores hasta hacerse tan complejos como el hombre. Los mecanismos para explicar el cambio hacia formas más complejas están dados, según Lamarck por una “fuerza interna” que hace que los organismos produzcan descendencia levemente diferente y una “fuerza modeladora del ambiente” (o “herencia de los caracteres adquiridos”) según la cual, las costumbres de los seres vivos son las responsables de las modificaciones anatómicas. Esta idea transformista está claramente ejemplificada en el cambio de la longitud del cuello de las jirafas. Lamarck suponía que con la pretensión de alcanzar las hojas ubicadas en las ramas más altas de los árboles, las jirafas estiran su cuello resultando en un cuello cada vez más largo, el cual es transmitido a las generaciones siguientes. Al contrario, las estructuras que no se usan, se atrofian.

Algo más tarde, los naturalistas Charles Darwin y Alfred Wallace, por vías separadas, sentaron las bases de la teoría de la evolución. En 1859, Darwin publicó su libro titulado *El Origen de las Especies*. En este volumen, Darwin no solo inundó de ejemplos biológicos sobre cambios en las poblaciones tanto por los efectos geográficos como temporales, sino que además planteó uno de los principales mecanismos de la evolución: la selección natural. Es decir, los seres vivos mejor adaptados al medio ambiente tienen más probabilidad de reproducirse, dejar descendencia, y subsistir que los restantes organismos. Este proceso es conocido como “la supervivencia del más apto”. A diferencia de las ideas propuestas por Lamarck, la selección del más apto sugiere que en una población, las jirafas nacen de cuello largo y de cuello corto, y como las de cuello largo pueden alimentarse mejor, sobreviven y dejan mayor descendencia, desplazando a las de cuello corto. En las ideas de Darwin hay dos postulados principales: la descendencia con modificación y la selección natural. Así, las relaciones entre los organismos vivos se explican como el resultado de la descendencia con modificación respecto a los ancestros comunes.

Para la época de Darwin, poco se conocía sobre los mecanismos de la herencia. En una publicación poco difundida, el monje Gregor Mendel justificó por medio de cruzamientos entre arvejas que los factores genéticos se comportan como partículas indivisibles (los genes) que no se mezclan o diluyen en una población. Estos estudios fueron rescatados en el siglo XX y constituyeron el pilar de la teoría de la herencia. Estos conocimientos y los avances en la biología molecular permitieron demostrar que un importante proceso por el que se origina la variación hereditaria es la mutación, o sea la modificación del material genético. La conjunción entre la teoría de la selección natural y la teoría de la herencia dio origen a la Teoría Sintética de la Evolución o Síntesis Moderna. Las contribuciones desde la genética de las poblaciones jugaron un rol fundamental en la comprensión de los procesos evolutivos. Con la síntesis moderna, además, se abrieron distintos campos de estudio y análisis y hasta se modificó el concepto de especie. Las especies dejaron de representar elementos estáticos identificables por su fenotipo o apariencia, sino que comenzaron a ser vistas como un reservorio genético y los individuos como custodios temporarios de una combinación genotípica única en la historia de la vida.

En tiempos más recientes se han generado nuevos conocimientos sobre el desarrollo individual, la ontogenia. Estos estudios han permitido entender las interacciones entre los procesos moleculares involucrados en el desarrollo y el contexto ambiental. De esta forma los datos aportados por la paleontología, biología molecular y biología evolutiva se interdigitan y siguen siendo los temas principales de discusión para entender los mecanismos gracias a los cuales se ha generado la biodiversidad que nos rodea.

Tiempo geológico

El tiempo geológico resulta muy difícil de imaginarlo. En la vida diaria nos referimos constantemente a días, años, décadas o siglos, pero cuando hablamos del tiempo geológico nos referimos a millones de años. La Tierra tiene 4.600 millones de años y los indicios de vida más antiguos, datan de unos 3.500 millones de años. Para ordenar un poco la tan larga y compleja historia de la Tierra, los geólogos dividen el tiempo en unidades, las más grandes son los Eones, luego siguen las Eras, los Períodos, que a su vez se dividen en Épocas. Las cuatro grandes eras en las que se divide el tiempo geológico son: Era Precámbrica o “era de la vida primitiva”, Era Paleozoica o “era de la vida antigua”, Era Mesozoica o “era de la vida media” y Era Cenozoica o “era de la vida reciente”. Los límites de estas grandes unidades de tiempo están dados por extinciones masivas o por radiaciones de una forma de vida en particular.

Distintos tipos de seres vivos habitaron en distintos momentos de la historia de la Tierra, por ello es que los fósiles permiten calibrar a las rocas de forma relativa. Por ejemplo, si encontramos un dinosaurio saurópodo sabemos que la roca que lo contiene pertenece a la Era Mesozoica. Hay otros métodos más precisos para datar, como los radiométricos. Estudiando y midiendo la descomposición química de los elementos radiactivos e inestables se puede llegar a determinar la edad absoluta de las rocas. De esta forma, tanto la edad de la Tierra como la de los fósiles se obtienen por diferentes líneas paralelas y comprobadas de evidencia.

Extinciones: modeladoras de la diversidad

Desde la aparición de la vida sobre la Tierra, hace unos 3.500 millones de años hasta la actualidad, se han producido numerosos eventos conocidos como extinciones masivas que han diezclado

la vida que para ese entonces habitaba en los ecosistemas de la Tierra. Estos eventos catastróficos, sin embargo, han facilitado que otras especies de otros grupos taxonómicos ocuparan nichos ecológicos semejantes a los que se extinguieron o se diversificaran adquiriendo formas extremadamente singulares. Aquellas extinciones que han recibido más atención ocurrieron al final de varios Períodos: Ordovícico (440 millones de años), Devónico (365 Ma.), Pérmico (240 Ma.), Triásico (210 Ma.) y Cretácico (65 Ma.). A estas

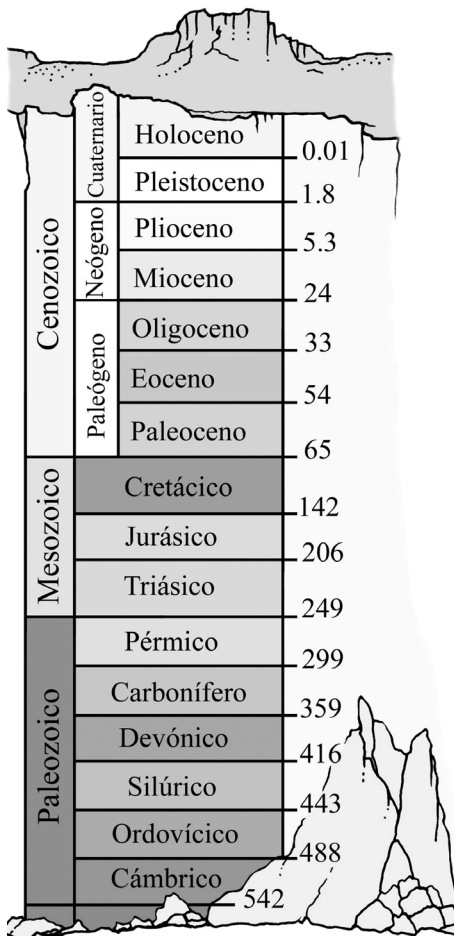


Figura 1.6. Nombres y rangos de las épocas geológicas. Dibujo de Agustín Martinelli.

extinciones masivas se las conoce como *Las Cinco Grandes*. La que marcó el fin del Cretácico, causó no solo la casi total extinción de los dinosaurios – las aves son descendientes de los dinosaurios, de manera que estrictamente no todos los dinosaurios se extinguieron – sino también de muchos reptiles marinos, como ictiosaurios, plesiosaurios y mosasaurios, ejemplos de los cuales se encuentran en las localidades del Cretácico marino de Venezuela.

Extinciones importantes, donde gran parte de la biota se vio afectada, ocurrieron además de en los tiempos geológicos mencionados, en otros momentos de la historia de la Tierra. Un ejemplo de esto es el cambio climático y la influencia humana por la destrucción del ambiente o la caza, que eventualmente llevó a la extinción de los grandes mamíferos de los ecosistemas terrestres del Cuaternario, hace unos 11.000 años. Evidencias de estos acontecimientos están registradas en Venezuela en la localidad de Taima-Taima en el Estado Falcón.

El proceso de extinción de una especie en el registro paleontológico está sobre todo asociado a los cambios ambientales o a la influencia negativa de otras especies en las complejas interacciones entre los organismos – un área de la biología que concierne a los ecólogos. Sin embargo, muchas extinciones implican simplemente la transformación de una especie en otra y se denominan ‘pseudoextinciones’. Ambos fenómenos han sido documentados en la evolución de dos mamíferos bien conocidos: el caballo y nosotros mismos, los humanos. Como se ve ilustrado en las figuras al final de este capítulo, desde el Eoceno existe un rico registro de fósiles del grupo de perisodáctilos, con una gran diversidad de formas en el linaje al cual pertenecen los caballos. En ese caso, los cambios climáticos y de vegetación, como aquellos que llevaron al origen de las sabanas, han estado asociados con la evolución del grupo, donde se han reconocido tanto extinciones como transformaciones en el linaje. Durante el Mioceno tardío, entre 20 y 15 millones de años atrás, las especies de los proto-caballos se diver-

sificaron y sus dientes fueron adquiriendo nuevos tipos de morfologías. Muchos grupos adquirieron dientes de corona alta, adaptados a comer pastos en sabanas abiertas, los cuales empezaron a ser comunes y extensas en esa época geológica. Una vez que estas coronas altas aparecieron, algunos grupos con ellas evolucionaron a una dieta mezclada entre gramíneas y otros tipos de plantas, como arbustos, hasta que las gramíneas se convirtieron en el recurso alimenticio predominante. Todo esto lo sabemos gracias al estudio de las plantas fósiles, a los estudios de la morfología y desgaste dental de los herbívoros, dada su relación específica con los tipos de dietas, y a los estudios de los isótopos estables.

En la localidad de Inciarte, en el Estado Zulia y en rocas del Pleistoceno fueron encontrados restos del caballo fósil *Equus santaeelenae*. Estas poblaciones extintas no son las antecesoras de los caballos que viven actualmente en Venezuela o en el continente americano en general, pues estos animales son los descendientes de los caballos que trajeron los europeos posteriormente a 1492.

El origen de nuestra propia especie constituye otro ejemplo de extinción y radiación evolutiva. Luego de la separación de la línea evolutiva que lleva al chimpancé y al bonobo hace unos siete millones de años, nuestro linaje, el de los homínidos, se diversificó en varias especies. Algunas de estas son homínidos fósiles sin relación directa con nuestra especie, mientras que otras están cercanamente vinculadas. Los humanos no son el resultado de una tendencia evolutiva constante y aparentemente inevitable, hacia homínidos más complejos. Somos, hasta cierto punto, un accidente de la evolución y los únicos sobrevivientes de un grupo alguna vez más diverso. De hecho, hace unos dos millones de años, unas cinco especies de homínidos convivían en nuestro planeta.

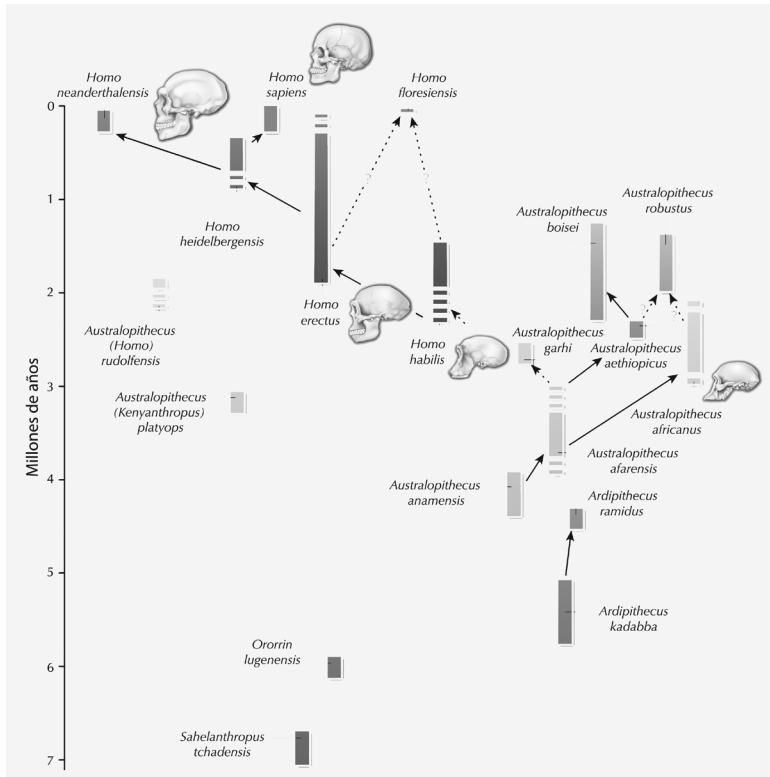


Figura 1.8. Evolución de los homínidos. Modificado de Lieberman (2009) y Sánchez-Villagra (2011). Mucho se sabe sobre la evolución de los antecesores de nuestra especie basado en los fósiles. Veinte distintos tipos de fósiles de homínidos han sido nombrados como especies diferentes, muchos de ellos en esta figura con su rango de distribución temporal. Se trata de un árbol con muchas ramas donde se ven ciertas tendencias evolutivas en el tiempo. Hay un cambio de características desde un antecesor más parecido a gorilas y chimpancés, a formas más parecidas a nuestra propia especie.