



tenía un peso de 4540 kg. Utiliza la siguiente ecuación:

$Tasa\ de\ consumo = 10.96 \times masa\ corporal^{0.70}$

Esta ecuación se desprende de numerosos estudios sobre otros animales endotérmicos y se expresa en unidades de joules/segundo; pero recuerda que estamos buscando el cálculo anual (joules/año), por lo que el resultado deberá multiplicarse por  $3.1536 \times 10^7$ .

**Cálculo del valor alimenticio de un abogado**

Existen tres componentes principales del valor alimenticio que contiene un abogado: 1) valor energético en joules de 1 kg de carne de abogado, 2) el número de kilogramos (masa) que posee nuestro abogado, y 3) la eficiencia o porcentaje de asimilación de un organismo carnívoro cuando está digiriendo carne.

Supongamos que:

Valor energético de la carne de abogado =  $7 \times 10^6$  joules/kg

Masa corporal del abogado = 68.1 kg

Porcentaje de asimilación de carnívoros = 90%

Utiliza la siguiente ecuación:

$valor\ energético \times masa\ corporal \times porcentaje\ de\ asimilación$

Cálculo final del consumo anual de abogados que necesita nuestro *T. rex*:

requerimiento energético anual del *T. rex* / valor energético de un abogado

2. Realizar los mismos cálculos, considerando ahora que el *T. rex* fuera un organismo ectotérmico; la ecuación que se debe utilizar es la concerniente a la tasa de consumo para la masa corporal de reptiles y anfibios (animales ectotérmicos):  $Tasa\ de\ consumo = 0.84 \times masa^{0.84}$

3. Comentar los resultados y analizar el impacto de depredación dentro de la población de abogados.

4. La búsqueda y venta de fósiles de dinosaurios es una actividad que llevan a cabo muchos pobladores (dueños o no) de terrenos donde pueden encontrarse estas valiosas evidencias del pasado. Esto conlleva a problemas éticos sobre la "propiedad" de dichas piezas. ¿Qué piensas sobre esta situación?, ¿quién es el dueño del fósil (propietario del terreno, persona que lo encuentra, el Estado, las instituciones científicas)?, ¿existe en México una regulación al respecto?

## VII. Bibliografía

1. Scotchmoor, J. y otros, *Dinosaurs. The Science behind the Stories*, American Geological Institute, 2002.

2. Fastovsky, David Weischampel, *The Evolution and Extinction of Dinosaurs*, Cambridge University Press, 2005.

Los profesores pueden copiar esta guía para su uso en clase. Para cualquier otro uso es necesaria la autorización por escrito del editor de la revista.



De: Marisol Montellano  
(No. 79, p. 10)

## Maestros:

Esta guía se ha diseñado para que un artículo de cada número de *¿Cómo ves?* pueda trabajarse en clase con los alumnos, de modo que se adapte a los programas de ciencias naturales y a los objetivos generales de estas disciplinas a nivel bachillerato. Esperamos que la información y las actividades propuestas sean un atractivo punto de partida o un novedoso "broche de oro" para dar un ingrediente de motivación adicional a sus cursos.

## I. Relación con los temarios de la UNAM

Esta guía y el artículo de referencia son útiles sobre todo para la materia de biología, dado que la paleontología se relaciona más con esta ciencia que con cualquier otra; sin embargo, la forma en que se descubren y analizan los fósiles y otras muestras resultan ejemplos interesantes de los avances tecnológicos en las áreas de física, química y ciencias de la Tierra. Finalmente, los aspectos éticos también pueden aprovecharse como ejemplos en las clases de filosofía.

## II. ¿Cómo vivían los dinosaurios?

Los paleobiólogos son los científicos encargados de recrear no sólo cómo eran sino en qué forma vivían los dinosaurios. Para ello se apoyan en las evidencias de vida del pasado, ya sea pistas o registros fósiles. Estos registros incluyen dos fuentes de información: por un lado, los restos del cuerpo o partes "duras" de los dinosaurios como dientes y huesos; por el otro, las llamadas trazas o rastros que aportan evidencias de las actividades de la vida de estos animales extintos, como pisadas, nidos, huevos, coprolitos, marcas de mordidas, etcétera.

La rama de la paleontología que estudia las evidencias del modo de vida se llama icnología, misma que tiene sus propios métodos, terminologías y formas de clasificación. Los icnofósiles tienen poca importancia en la clasificación y reconstrucción de la filogenia de los dinosaurios, pero constituyen la base para la paleoetología, otra rama que se dedica al estudio del comportamiento de los animales extintos. Sus resultados son claves para entender los hábitos de vida, ya que a diferencia de los esqueletos fósiles, las huellas son nu-

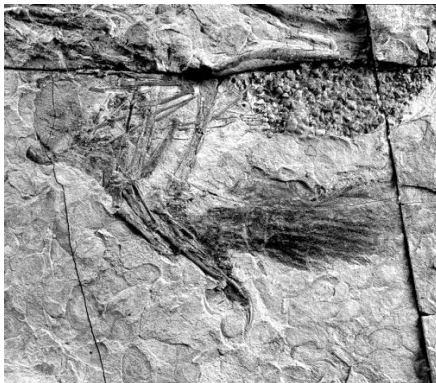
merasas; a medida que vivía un dinosaurio, iba dejando muchas de ellas en el entorno. Además, las huellas tienen la ventaja de que no se han llevado de un lugar a otro (como ha ocurrido con muchos esqueletos) y son, por lo tanto, altamente confiables para recrear la clase de dinosaurios que habitaban en un lugar y ambiente determinados.

### III. ¿Cómo se reconstruye la historia de los dinosaurios?

Cada suposición (o aseveración) que se puede hacer sobre la vida en el pasado de la Tierra se basa en estudios que los paleontólogos llevan a cabo para interpretar la biología de animales extintos. Sus principales fuentes de información son: los fósiles (composición de los huesos y su geometría, por ejemplo); las rocas (impresiones de huellas, distribución geográfica, medio ambiente); la analogía con organismos vivos, y análisis matemáticos o de modelos físicos (estimación del tamaño, peso, producción de sonido).

El comportamiento de los dinosaurios incluye numerosos aspectos, entre ellos los que se refieren a su metabolismo, comportamiento social, inteligencia relativa, peso y tamaño corporal, lugar en la cadena alimenticia (depredadores vs. carroñeros), la forma de sus alas y vuelo (en dinosaurios avianos) y la tasa de cambio en su crecimiento. Un paleontólogo tiene que tomar en cuenta todos esos aspectos.

En las "historias" que se describen a continuación sólo se abordarán dos aspectos de manera parcial, por lo que puede



extrapolarse que el trabajo de investigación detectivesca que realizan los paleontólogos es enorme y requiere de mucho criterio para no caer en la tentación de asegurar tal o cual comportamiento en las especies extintas. Sólo a través de muchas evidencias físicas y de modelos cada vez más afinados, se podrá tener un cuerpo de conocimientos suficiente para poder informar de manera inequívoca (o menos equívoca) cómo eran realmente y en qué forma se comportaban estos apasionantes animales.

### IV. Endotermia

Para poder saber si los dinosaurios eran endotérmicos, los paleontólogos siguen diversas líneas de investigación:

- Postura.
- Velocidad, actividad y agilidad.
- Microestructura ósea.
- Estructura ósea, anillos de crecimiento.
- Distribución geográfica.
- Relación depredador-presa.
- Tamaño corporal y gigantotermia, un metabolismo alternativo.

Dado que es imposible presentar todas, analicemos un par de ejemplos, de los cuales se extrapola lo complejo que es llegar a un resultado.

#### La postura

Los animales ectotérmicos —esto es, que no generan su propio calor— actuales tienen posturas horizontales y se desplazan dando pasos (como las lagartijas y las iguanas).

Los animales endotérmicos actuales tienen posturas verticales y se desplazan dando pasos (excepto los mamíferos acuáticos).

Los dinosaurios tenían mayoritariamente una postura vertical, por lo tanto, la mayoría de los dinosaurios deben haber sido endotérmicos. A favor de la conclusión: buena correlación (niveles de actividad). En contra de la conclusión: la relación causa-efecto no es clara.

#### Microestructura ósea

Los animales de metabolismo alto, endotérmicos, tienen muchas ramificaciones vasculares

en su tejido óseo, y los de metabolismo bajo, ectotérmicos, tienen pocas. En los huesos de dinosaurio se encuentran muchas ramificaciones vasculares; por lo tanto, la mayoría de los dinosaurios eran endotérmicos.

En contra de la conclusión: existen contra-ejemplos importantes. Uno es que las tortugas y los cocodrilos, que son ectotérmicos, tienen muchas ramificaciones en su tejido óseo. Por otro lado, algunas aves y mamíferos tienen pobre irrigación en el tejido óseo.

Con un análisis equivalente de todos los aspectos arriba mencionados, se hace un recuento de todas las posibilidades y a la fecha se podría decir que los dinosaurios:

- Eran todos ectotérmicos
- Eran todos endotérmicos
- Algunos eran ectotérmicos y algunos endotérmicos
- Los dinosaurios gigantes, de adultos eran gigantotérmicos (adaptaciones especiales en sus cuerpos para reducir consumo energético) y de jóvenes eran endotérmicos (metabolismo cambiante).
- Combinaciones de 3 y 4.

¿Qué se desprende de dicho análisis? Que no se puede generalizar y aseverar que todos los dinosaurios eran de un tipo u otro. Cada grupo de investigadores se vuelca más hacia una u otra postura, defiende sus posiciones con sus propias evidencias y genera una actividad científica incesante, cada vez más crítica y objetiva.

### V. Comportamiento social

**Buenos padres.** Jack Horner, un paleontólogo de la Universidad del Estado de Montana, en los Estados Unidos, encontró hace algunos años un conjunto de esqueletos juveniles y huevos de dinosaurio en las montañas K, en la localidad que se denomina Egg Mountain, también en Montana. Los fósiles estaban todos juntos en una especie de "nido" de 2 metros

de diámetro. Los esqueletos mostraban dientes gastados, lo cual significa que estaban siendo alimentados en el nido.

Esta evidencia hace pensar en cuidados parentales durante periodos largos.

**Buenos vecinos.** Gracias a los patrones de huellas fósiles en rocas encontradas en

Massachusetts y Connecticut,

Estados Unidos, se ha determinado que hasta un 70% de los dinosaurios iban en la misma dirección. ¿Se movían en manadas?

**Buenos comunicadores.** Los hadrosaurios son un grupo de dinosaurios bípedos, normalmente llamados "picos de pato" (en el norte de México existen numerosos restos de este tipo de dinosaurio). Una de sus subfamilias desarrolló crestas y coronas en sus cráneos, mismas que estaban conectadas a sus pasajes nasales. Quizá estas crestas les servían para alimentarse bajo el agua, aunque es poco probable, o eran un adorno de tipo sexual para identificación, y/o servían para vocalizar, es decir, para emitir sonidos y comunicarse entre ellos.

### VI. Actividades

(Cortesía de Marisol Montellano y Claudia Serrano Brañas)

1. Tal vez una de las escenas más impactantes de la primera película de *Parque Jurásico* es en la que el *Tyrannosaurus rex* se come a un abogado dentro de la caseta de un baño. ¿Cuántos abogados se hubieran necesitado para alimentar de forma apropiada a un *T. rex*?

Para resolverlo, necesitamos primero conocer el requerimiento alimenticio anual de un *T. Rex* y el valor alimenticio que contiene un abogado.

**Cálculo del requerimiento alimenticio del *T. rex***

Para obtener este cálculo, considera que el *T. rex*, era un organismo endotérmico y

