



tercer

GOBIERNO DE ARAGON
Departamento de Industria,
Comercio y Desarrollo

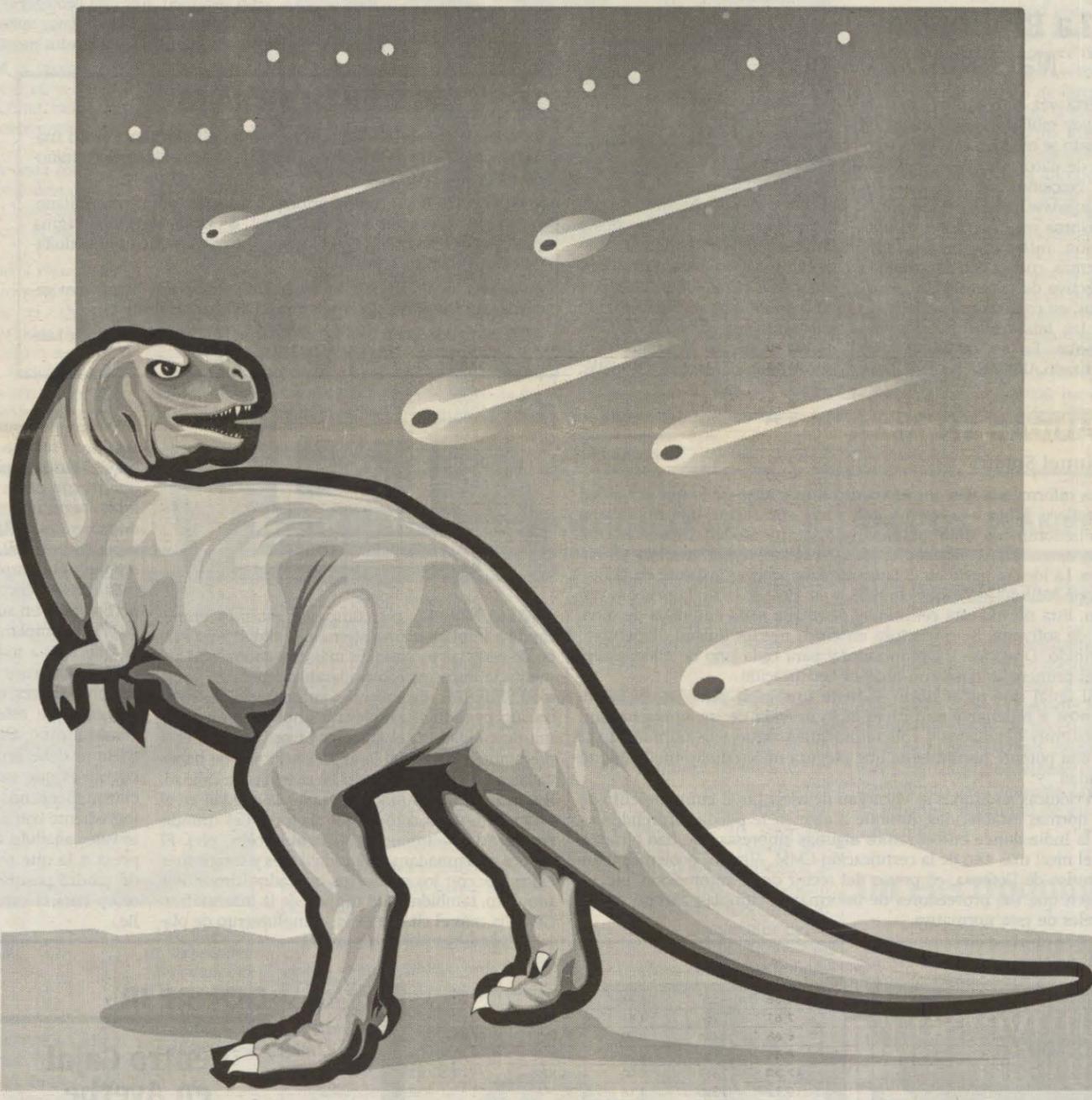
ITA
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE ARAGON

MILENIO

La Conferencia Cajal y la Consciencia reunió hace dos semanas en Zaragoza a algunas de las mejores «cabezas» de la ciencia actual. Entre los prestigiosos expertos que acudieron a la cita se encontraban Roger Penrose, David Chalmers y Lynn Margulis, cuyas entrevistas protagonizan hoy la página 3 de Tercer Milenio.

En página

3



Volta descubrió que si ponía en contacto dos conductores distintos aparecía una diferencia de potencial entre ellos. Esta observación le llevaría a fabricar la primera pila. Aquello supondría el inicio del aprovechamiento de la energía eléctrica y de la era de la electricidad dinámica, un camino que aún no hemos acabado de recorrer.

En página

8

Extinciones en masa

Los paleontólogos investigan por qué llegó el fin para muchas especies

La extinción es un peligro cada día mas evidente para muchas especies. El ser humano ha alcanzado una expansión y un desarrollo tan enormes que está provocando la

extinción de otras muchas especies. La diversidad biológica aún es alta, pero debemos valorar las dramáticas consecuencias que ocasionaría una extinción en masa para nuestra propia civilización. La biodiversi-

dad ha sido en el pasado mermada drásticamente por eventos de extinción que han afectado a grupos enteros que dominaban la Tierra, como los dinosaurios. El estudio de lo que ha ocurrido en el pasado puede

servir para evitar catástrofes futuras que pueden acabar con la propia especie humana. Las investigaciones del equipo de micropaleontología de la Universidad de Zaragoza sobre los eventos de extinción de los límites

Cretácico/Terciario, Paleoceno/Eoceno y Eoceno/Oligoceno están contribuyendo a establecer los patrones y las causas de las extinciones en masa y pueden ayudar a predecir las tendencias futuras.



La extinción es hoy un peligro para muchas especies debido a la enorme expansión del ser humano. La diversidad biológica aún es alta, pero una extinción en masa ocasionaría dramáticas consecuencias para nuestra propia civilización. La biodiversidad ha sido en el pasado mermada drásticamente por eventos que han afectado a grupos enteros que dominaban la Tierra, como los dinosaurios. Su estudio puede servir para evitar catástrofes futuras que pudieran hacer desaparecer la propia especie humana.

Una gran catástrofe en la historia de la Tierra

Eustoquio Molina
Ignacio Arenillas
José Antonio Arz

Hace 65 millones de años, en el límite Cretácico/Terciario (K/T), se produjo una de las mayores extinciones de la historia de nuestro planeta.

El cambio faunístico fue tan excepcional, que dicho límite ha sido utilizado desde hace más de 150 años para separar dos grandes Eras en la historia geológica de la Tierra: la Mesozoica y la Cenozoica. Más de la mitad de las especies presentes a finales del Cretácico se extinguieron de forma repentina, transformando drásticamente los ecosistemas de nuestro planeta. Fue en aquel momento cuando se produjo la famosa desaparición de los dinosaurios. El estudio de los pocos yacimientos continentales bien conocidos del tránsito Cretácico-Terciario, como el de Hell Creek en Montana (USA), Arén en Huesca, etc., sugiere que los dinosaurios aún estaban bastante diversificados durante el Cretácico terminal. De forma repentina desapareció todo este enorme grupo de animales, que había dominado la Tierra durante más de 150 millones de años. Géneros enteros de carnosauros, como el espectacular Tyrannosaurus, o de ornitópodos tales como el Triceratops desaparecieron en coincidencia con el límite K/T.

No sólo los dinosaurios

El evento no sólo provocó la extinción de los dinosaurios, sino también de grupos enteros de organismos que llevaban sobre el planeta decenas o cientos de millones de años. Se extinguieron los plesiosauros e ictiosauros, considerados en la literatura como los «dinosaurios marinos», y los pterosaurios, o «dinosaurios voladores». Entre los invertibrados marinos, fueron los ammonites, belemnites y rudistas los que sufrieron una extinción total en el límite K/T.

De entre todos los grupos de organismos presentes al final del Cretácico, son los microorganismos del plancton marino, como los foraminíferos planctónicos, los que aportan las mejores evidencias sobre la existencia de una extinción en masa catastrófica en coincidencia con el límite K/T. Debido a su pequeño tamaño y a su excelente registro fósil, los foraminíferos planctónicos son para los micropaleontólogos como las cobayas para los biólogos y permiten estudiar con precisión cuál fue el modelo de extinción en torno al límite K/T. Este grupo se encontraba en la máxima diversidad evolutiva de toda su historia justo antes de este límite. Jamás ha existido tanta cantidad de especies tropicales y subtropicales de foraminíferos planctónicos en los océanos de la Tierra. Los estudios cuantitativos indican además una gran estabilidad biológica en la Tierra al final del Cretácico.

De pronto, en coincidencia con el límite K/T, se produjo la extinción simultánea de más del 70% de las especies de foraminíferos planctónicos.

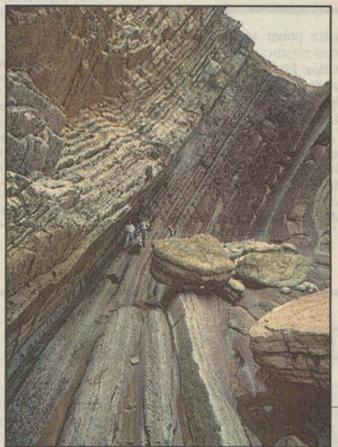
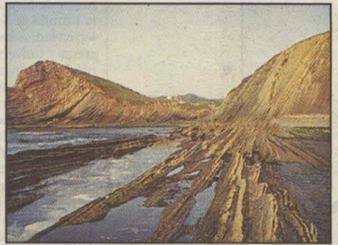
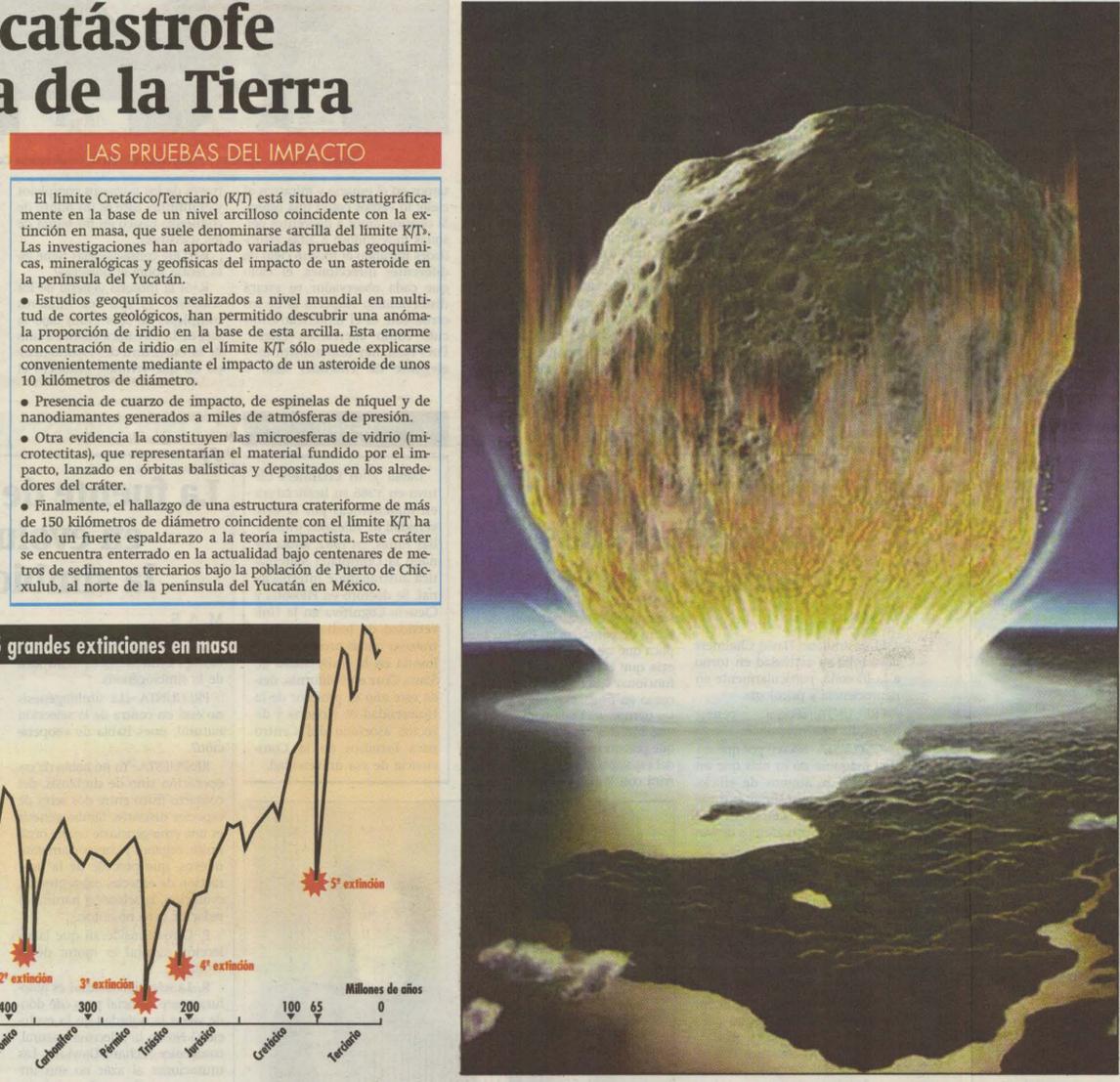
El estudio de cortes españoles (Caravaca, Agost, Zumaya), tunecinos (El Kef, Ain Settara) e italianos (Gubbio) ha permitido establecer que la extinción de los foraminíferos planctónicos en el límite K/T fue la mayor extinción en masa de toda su historia, indicando que el evento en su conjunto es muy compatible con la teoría de una brusca catástrofe paleoclimática inducida por el impacto de un asteroide. Dicha teoría fue propuesta por Louis Alvarez y otros en 1980 en la revista «Science», así como por el holandés Jan Smit, quien, estudiando el corte de Caravaca (Murcia), logró publicar la misma teoría en la revista «Nature» un mes antes que el grupo de Alvarez.

Eustoquio Molina, Ignacio Arenillas y José Antonio Arz pertenecen al Área de Paleontología de la Universidad de Zaragoza.

LAS PRUEBAS DEL IMPACTO

El límite Cretácico/Terciario (K/T) está situado estratigráficamente en la base de un nivel arcilloso coincidente con la extinción en masa, que suele denominarse «arcilla del límite K/T». Las investigaciones han aportado variadas pruebas geoquímicas, mineralógicas y geofísicas del impacto de un asteroide en la península del Yucatán.

- Estudios geoquímicos realizados a nivel mundial en multitud de cortes geológicos, han permitido descubrir una anómala proporción de iridio en la base de esta arcilla. Esta enorme concentración de iridio en el límite K/T sólo puede explicarse convenientemente mediante el impacto de un asteroide de unos 10 kilómetros de diámetro.
- Presencia de cuarzo de impacto, de espinelas de níquel y de nanodiamantes generados a miles de atmósferas de presión.
- Otra evidencia la constituyen las microesferas de vidrio (microtectitas), que representarían el material fundido por el impacto, lanzado en órbitas balísticas y depositados en los alrededores del cráter.
- Finalmente, el hallazgo de una estructura crateriforme de más de 150 kilómetros de diámetro coincidente con el límite K/T ha dado un fuerte espaldarazo a la teoría impactista. Este cráter se encuentra enterrado en la actualidad bajo centenares de metros de sedimentos terciarios bajo la población de Puerto de Chicxulub, al norte de la península del Yucatán en México.



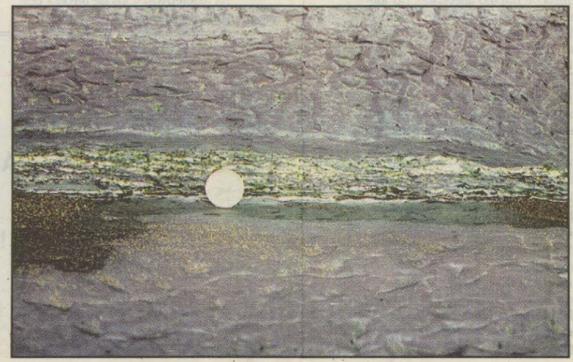
Simulación del impacto de un asteroide. Arriba, playa y yacimiento del tránsito Cretácico-Terciario en Zumaya. Abajo, detalle del límite K/T en esta zona, estudiado por el equipo de micropaleontología de la Universidad de Zaragoza

LOS PALEONTOLOGOS INVESTIGAN LAS CAUSAS

A lo largo de la historia de la Tierra, las especies se han ido renovando en un proceso normal denominado extinción de fondo. Las especies de ciertos grupos de microorganismos pueden llegar a tener una supervivencia media de unos 10 millones de años. Sin embargo, las especies del grupo de los mamíferos son mas vulnerables y tienen una supervivencia media de sólo un millón de años. A veces, el proceso normal de extinción se acelera, provocando una extinción en masa.

En los últimos 550 millones de años, se han producido cinco grandes extinciones en masa que han hecho desaparecer para siempre más de la mitad de las especies que existían en aquel momento. Estas cinco grandes extinciones tuvieron lugar al final del Ordovícico, en el Devónico superior, al final del Pérmico, a final del Triásico y al final del Cretácico. Además, se han producido otros eventos de extinción, tales como el del final del Paleoceno y el del Eoceno superior, que han afectado de forma ca-

tastrófica sólo a determinados grupos de organismos. Los paleontólogos tratan de evaluar la magnitud de las extinciones y las causas que las produjeron. Las causas son muy variadas y los mecanismos bastante complejos, pero en todos los casos existe un cambio climático. Los cambios climáticos son, no obstante, consecuencia de otras causas anteriores. Las causas que han desencadenado las extinciones en masa pueden agruparse en causas geológicas, extraterrestres y biológicas. Las causas geológicas suelen ser consecuencia de los movimientos de las placas continentales, que pueden aumentar la intensidad del vulcanismo, cambiar las corrientes y el nivel de los océanos, etc. Las causas extraterrestres más evidentes son los impactos de grandes meteoritos que pueden llegar a provocar catástrofes a escala global, sobre todo cuando estos meteoritos son de un diámetro mayor a varios kilómetros. Las causas biológicas son debidas principalmente a la competición entre grupos de organismos, que pueden provocar la extinción de especies rivales.



Así sucedió

Todo indica que, hace 65 millones de años, un asteroide de más de 10 kilómetros de diámetro impactó violentamente sobre la plataforma del Yucatán y desencadenó una de las mayores extinciones de la historia de la Tierra. La potencia mecánica y térmica de este impacto fue centenares de veces mayor que todo el arsenal nuclear disponible en la actualidad explotando a la vez. Gran parte del material impactado fue fragmentado y eyectado a la atmósfera, de manera que los metales volatilizados durante el impacto, como el iridio, se dispersaron globalmente, concentrándose posteriormente en la arcilla del límite Cretácico/Terciario. Al mismo tiempo, las ondas de choque del impacto elevaron en el mar olas tsunami de alrededor de un kilómetro de altura, que batieron las costas de todo el Golfo de México, generando unos depósitos siliciclásticos que muestran evidencias de corrientes de alta energía. Una oleada de aire caliente y de partículas incandescentes proyectadas desde el lugar del

choque provocó numerosos incendios en las áreas continentales cercanas, consumiendo el 20% de la reserva forestal del planeta. Debido al oscurecimiento provocado por el polvo generado en el impacto y esparcido por toda la atmósfera, la superficie de la Tierra se convirtió en un lugar extremadamente inhóspito durante varios meses. La Tierra estuvo inmersa en una especie de invierno nuclear que ocasionó un descenso acusado de las temperaturas y el cese parcial de la fotosíntesis. Esta hecatombe ecológica afectó dramáticamente a la reproducción de los animales terrestres, que sucumbieron en unos meses por falta de alimentos y por las muy adversas condiciones climáticas. Desde el lugar del impacto, también se generaron por volatilización sustancias químicas que subieron a la atmósfera, provocaron lluvia ácida (ácidos nítrico y sulfúrico) y contaminaron toda la superficie del planeta. Una vez finalizada esta etapa invernal, se produjo un efecto contrario; debido al CO₂

Hace 65 millones de años...

1 Impacto de un asteroide sobre Yucatán

Golfo de México
Yucatán
10 km
1 km
Aire caliente
Incendios

2 Invierno "nuclear"

Oscuridad

Polvo en la atmósfera generado por el impacto
Descenso de las temperaturas

Cese parcial de la fotosíntesis

3 Lluvia ácida

Sustancias químicas
Lluvia ácida
Contaminación de la superficie

4 Efecto invernadero

Atmósfera
Ascenso de las temperaturas
Destrucción de los consumidores de CO₂

Consecuencias

Extinción de los grandes consumidores primarios y secundarios

Ruptura de la cadena alimenticia

Supervivencia de insectos, arácnidos y sus consumidores (mamíferos, insectívoros, aves primitivas, anfibios, saurios y ofidios)

producido durante el impacto y a la destrucción de los grandes consumidores fotosintéticos de CO₂, se inició un efecto invernadero que calentó progresivamente la superficie de la Tierra. Durante ese breve periodo catastrófico de la Tierra, se rompió la cadena alimenticia, lo que provocó la extinción de los grandes consumidores primarios y secundarios, incluyendo a los dinosaurios. Sin embargo, otros organismos no dependientes tan directamente de los productores primarios sobrevivieron al evento. Insectos y arácnidos se incluyen entre los organismos supervivientes, junto con sus consumidores, como los mamíferos y aves insectívoras primitivas, anfibios, saurios y ofidios. Posteriormente, las condiciones medioambientales se restablecieron cuando el fitoplancton y los bosques comenzaron a resurgir.

¿Llega la sexta extinción en masa?

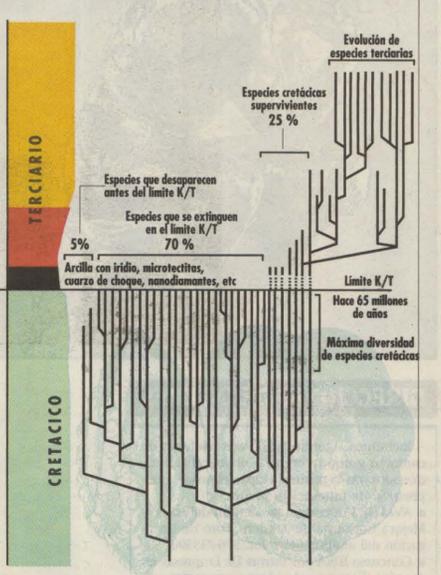
Los procesos geológicos son muy lentos y a la escala de una vida humana son casi inapreciables. Las posibilidades de que un meteorito de grandes dimensiones impacte contra la Tierra en el momento actual son prácticamente despreciables. No obstante, debemos recordar que hace pocos años se observaron grandes impactos cometarios contra Júpiter y, a principios de este siglo, se produjo la explosión en la atmósfera de un cometa en Tunguska. Sin embargo, la causa que está desencadenando la sexta gran extinción en masa es de tipo biológico y su responsable no es otro que el propio ser humano. Nuestra especie está alcanzando unas tasas de superpoblación difícilmente sostenibles y está modificando el medio ambiente a un ritmo frenético. En tiempos recientes, hay ejemplos de extinción de especies muy conocidas, como los grandes mamuths y el gran pájaro dodó, que fueron exterminados por la caza intensiva practicada por el Hombre. Otras muchas especies emblemáticas están en claro peligro de extinción, tales como el tigre, las ballenas, etc. Sin embargo, las mayores tasas de extinción se están produciendo en los bosques tropicales, donde la biodiversidad es mayor. La tasa de extinción actual es alarmante y se estima en un centenar de especies por día, cuando el proceso normal de extinción de fondo a lo largo de la historia de la Tierra ha sido estimado por los paleontólogos en 2 o 3 especies por día. El mecanismo ya se está ha-

ciendo evidente: la quema de los hidrocarburos fósiles está liberando gran cantidad de CO₂, cuyo acúmulo en la atmósfera está produciendo un efecto invernadero y, consecuentemente, cambios climáticos que pronto pueden ser irreversibles. Este hecho, unido a la fragmentación y destrucción de tantos hábitats, está provocando lo que ya se conoce como la sexta extinción en masa. El proceso de extinción es necesario para que exista evolución, y así, la extinción de los dinosaurios fue beneficiosa para que evolucionaran los mamíferos y apareciera el Hombre. Sin embargo, si nos afiora hoy en día un evento de extinción en masa similar a las descritas, sería nefasto para la especie humana, y se tardarían muchos millones de años hasta que otra especie inteligente apareciera sobre la faz de la Tierra. Sin caer en un ecologismo extremo, el peligro de extinción en masa resulta evidente y se hace necesaria una política de protección del medio ambiente eficaz y constante.

OTRAS GRANDES CRISIS

Además de las cinco grandes extinciones en masa, existieron otras que afectaron dramáticamente a ciertos grupos de organismos. Por ejemplo, hace 55 millones de años, en el límite Paleoceno/Eoceno, los movimientos de las placas continentales produjeron un intenso vulcanismo, cambios en la circulación de las corrientes marinas, aumento del CO₂ en la atmósfera y, como consecuencia, efecto invernadero con aumento de la temperatura global. Estos cambios causaron en los fondos oceánicos la extinción en masa de los foraminíferos bentónicos pero, por el contrario, el aumento de temperatura fue beneficioso en los continentes para que evolucionaran y se diversificaran los mamíferos. Sin embargo, posteriormente, desde hace 39 a hace 33 millones de años, durante el Eoceno superior, la separación de la placa antártica produjo cambios en las corrientes oceánicas y se inició un descenso continuado de la temperatura con la formación de los casquetes polares. Este cambio climático causó la extinción de muchas de las especies de mamíferos que habían aparecido a principios del Eoceno y de muchas especies de otros grupos. Se han encontrado evidencias del impacto de varios asteroides contra la Tierra de entre hace 36 y 34 millones de años, pero las regiones afectadas fueron reconladas. Estudiando los foraminíferos se ha observado que los niveles con las evidencias de impacto no coinciden con los niveles de extinción y, por tanto, no puede establecerse una relación de causa y efecto como ocurre en el límite K/T. Así pues, esta extinción en masa gradual fue producida por causas terrestres.

Extinción de foraminíferos planctónicos en el límite K/T



También en INTERNET...

<http://bbc.co.uk/education/darwin/xfites/massintro.htm>

<http://www.science.abc.ca/~go0313/lecture/kt/kt.htm>

<http://amsterdam.park.org:8088/Canada/Museum/extinction/massextinc.html>

http://www.seaworld.org/nature_at_risk/xfors.html