



# TERCER MILENIO

# 500  
CIENCIA APLICADA  
CREATIVIDAD  
EMPRESAS

HERALDO DE ARAGON Martes 03.Feb.2009

## EN PORTADA

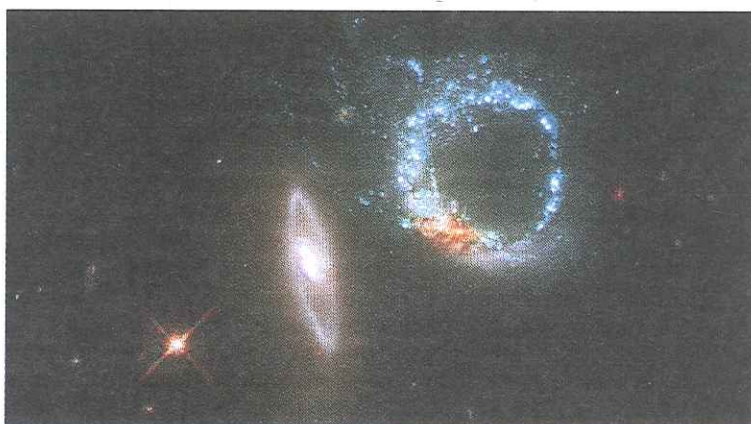


Zumaya es probablemente el afloramiento con mayor densidad de límites cronoestratigráficos analizables del mundo. El equipo de micropaleontología de la Universidad de Zaragoza ha desarrollado allí numerosas investigaciones.

## CRONOESTRATIGRAFÍA >EN LOS LÍMITES DEL TIEMPO

LOS CIENTÍFICOS BUSCAN LUGARES DE REFERENCIA, DONDE MÁS CLARAMENTE SE APRECIAN LOS CAMBIOS ACONTECIDOS EN EL LENTO DEVENIR DEL TIEMPO GEOLÓGICO. PÁGS. 4-5

## ¿EN QUÉ LUGAR DEL UNIVERSO ESTÁ?



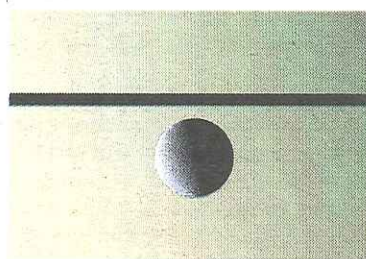
**FOTO-ENIGMA DEL MES DE FEBRERO** El concurso '¿En qué lugar del Universo está?' lanza un nuevo reto: descubrir qué se ve -o, más bien, qué ocurre- en la imagen que aparece sobre estas líneas. Para participar, deberás localizar la fuente de la imagen (sonda, telescopio, observatorio, agencia espacial o enlace concreto a la imagen) y describir, en un texto divulgativo y original, de no más de 400 caracteres

con espacios, qué es y en qué lugar del Universo se encuentra. El ganador recibirá un lote de libros de astronomía.

La solución, el 3 de marzo. Recuerda que, en diciembre, se sorteará un telescopio entre todos los participantes ([www.imvo.es/zoom.php?prod=1767](http://www.imvo.es/zoom.php?prod=1767)).

ENVÍA TU RESPUESTA ANTES DEL DÍA 23 DE FEBRERO A: [concursoastronomia@heraldo.es](mailto:concursoastronomia@heraldo.es)

## LA SOLUCIÓN



El ganador de enero es Luis Tresaco Buesa, que recibirá, por gentileza de las editoriales y el IAC, los libros: 'Observar el cielo. La guía perfecta para los aficionados a la astronomía', de Planeta; 'Universo. La guía visual definitiva', de Pearson Alhambra; 'Descubrir la Luna, más de 300 localizaciones lunares', de Larousse; y 'GTC' y unidades didácticas del IAC.

## Rea, satélite de Saturno, señor de los anillos

Rea se mueve sigilosamente. Apenas dibujando una minúscula imperfección en la enorme mole a sus espaldas. Sin embargo, alguien la está mirando. Otra imperceptible mota en el inmenso vacío, la sonda Cassini, logra captar su silueta circular dibujada en la gran mole del planeta Saturno. El pequeño satélite helado muestra su cara llena de cicatrices enmarcado por los majestuosos anillos.

LUIS TRESACO BUESA



PARTICIPA  
HERALDO.es

Patrocinan



Edita

H

Tercer Milenio es un suplemento de ciencia aplicada y creatividad editado por HERALDO DE ARAGÓN para el mundo de la investigación, la empresa aragonesa y la enseñanza media y superior, a los que llega con la colaboración del Instituto Tecnológico de Aragón y de ERZ Endesa. **Asesoría Científica:** ITA y Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Zaragoza. **Coordina:** María Pilar Perla Mateo.

[milenio@heraldo.es](mailto:milenio@heraldo.es)

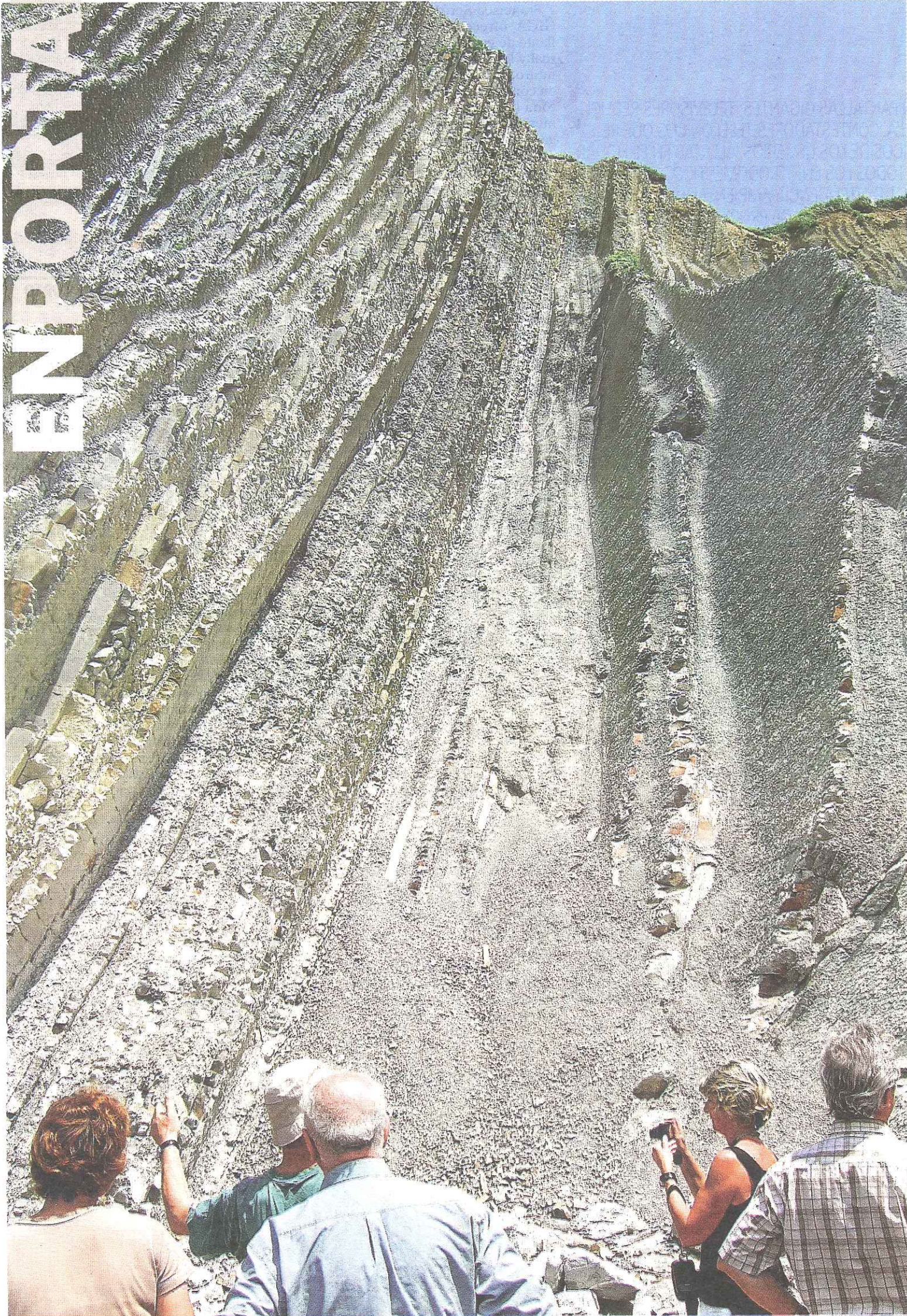


# CRONOESTRATIGRAFÍA

## > LAS EDADES DE LA TIERRA

"HACE MILLONES DE AÑOS...". ASÍ COMIENZA CADA UNO DE LOS CAPÍTULOS DE LA HISTORIA DE LA TIERRA. A CONTINUACIÓN, LAS HERIDAS DE GUERRA DEJADAS EN SU PIEL POR ACONTECIMIENTOS GLOBALES COMPLETAN EL ARGUMENTO: CAMBIOS DRÁSTICOS DE TEMPERATURA, EXTINCIÓN DE ESPECIES... LOS ESTRATOTIPOS SON LOS LUGARES DEL PLANETA DONDE MEJOR SE 'LEE' EL LÍMITE ENTRE DOS CAPÍTULOS. TEXTO **EUSTOQUIO MOLINA, LAIA ALEGRET, IGNACIO ARENILLAS, JOSÉ ANTONIO ARZ Y SILVIA ORTIZ**

EN PORTADA



En Zumaya (Guipúzcoa), los estratos están perfectamente expuestos, convirtiéndose en el afloramiento con mayor densidad de límites cronoestratigráficos analizables.

**> ESCRITO EN LAS ROCAS** La historia de nuestro planeta está plasmada en el registro rocoso, concretamente en los estratos, de la misma manera que una novela aparece reflejada en las páginas de un libro. En este caso, el título del libro sería 'La historia de la Tierra' y sus páginas nos informan del lento transcurrir del tiempo geológico. Esta historia, a veces de acción, otras casi de terror, y muchas veces casi aburrida, está salpicada por cientos de sucesos de carácter global. La huella de estos eventos queda impresa en el registro geológico a lo largo y ancho de todo el planeta; su estudio permite a los científicos delimitar los enormes intervalos de tiempo geológico. La ciencia que se ocupa de la edad de los estratos se denomina cronoestratigrafía y trata de organizar el tiempo geológico en unidades que se miden en millones de años. Cada unidad cronoestratigráfica representa un capítulo concreto de la historia de la Tierra.

Los fósiles que se encuentran en los estratos aportan a los paleontólogos y geólogos una información esencial que permite reconstruir la propia historia de la Tierra. Los fósiles más interesantes en cronoestratigrafía (por su abundancia en el registro rocoso y su utilidad en datación) son los microfósiles. Entre los microfósiles destacan los foraminíferos, un grupo de protozoos con concha, y los nanofósiles calcáreos, un grupo de algas unicelulares constituidas por plaquitas. Estos nano y microfósiles son para los micropaleontólogos como los cobayas para los biólogos, ya que permiten conocer con precisión la escala del tiempo geológico, reconocer eventos globales y averiguar cuáles fueron las causas que los provocaron.

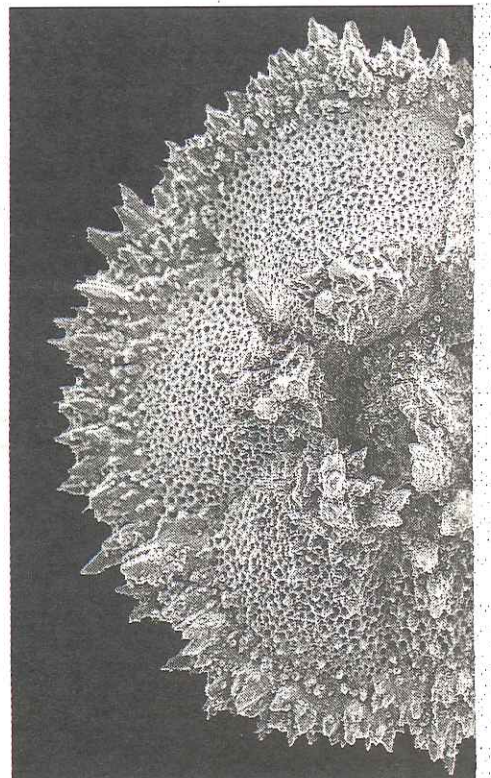
**ESTRATOTIPOS** La escala de tiempo geológico se divide en diferentes unidades de tiempo: eones, eras, periodos, épocas, edades y crones. Cada uno de estos intervalos de tiempo está representado en el registro rocoso por unidades cronoestratigráficas conocidas respectivamente como eonotemas, eratemas, sistemas, series, pisos y cronozonas. Los límites entre estas unidades son rigurosamente estudiados por numerosos especialistas para definirlos formalmente en las mejores secciones estratigráficas del planeta: los estratotipos, que deben servir de referencia mundial. Grupos internacionales de investigadores se reú-

nen con eventos para requerir plidad se tratotip produc malme mite es gistrad y esté donde de lími miente estudi

**AL LÍMITE** elegido entre e den te pero to terístic mente, mo par el regi mundo dos en paleob nes en i ficacio nómico de imp leoclim o los bi mático conoci termal (aume del niv Suce import temen los lím ejempl básico: una esp tologíc leomag polarid Es m defina estrato dial. H límite se/Aak Fuente ahora nuestro ban de púzcoa tuados se/Sel se/Tha

**EUSTOQUIO ARENILLAS** PERTENECE TIERRA DE

**MÁS INFO** wzar.uniz www.stra



*Morozovella occlusa*, foraminífero planctónico que



**ESCRITO EN LAS ROCAS** La historia de nuestro planeta está plasmada en el registro rocoso, concretamente en los estratos, de la misma manera que una novela aparece reflejada en las páginas de un libro. En este caso, el título del libro sería 'La historia de la Tierra' y sus páginas nos informan del lento transcurrir del tiempo geológico. Esta historia, a veces de acción, otras casi de terror, y muchas veces casi aburrida, está salpicada por cientos de sucesos de carácter global. La huella de estos eventos queda impresa en el registro geológico a lo largo y ancho de todo el planeta; su estudio permite a los científicos delimitar los enormes intervalos de tiempo geológico. La ciencia que se ocupa de la edad de los estratos se denomina cronoestratigrafía y trata de organizar el tiempo geológico en unidades que se miden en millones de años. Cada unidad cronoestratigráfica representa un capítulo concreto de la historia de la Tierra.

Los fósiles que se encuentran en los estratos aportan a los paleontólogos y geólogos una información esencial que permite reconstruir la propia historia de la Tierra. Los fósiles más interesantes en cronoestratigrafía (por su abundancia en el registro rocoso y su utilidad en datación) son microfósiles. Entre los microfósiles destacan los foraminíferos, un grupo de protozoos con concha, y los nanofósiles calcáreos, un grupo de algas unicelulares constituidas por plaquitas. Estos nano y microfósiles son para los micropaleontólogos como los cobayas para los biólogos, ya que permiten conocer con precisión la escala del tiempo geológico, reconocer eventos globales y averiguar cuáles fueron las causas que los provocaron.

**ESTRATOTIPOS** La escala de tiempo geológico se divide en diferentes unidades de tiempo: eones, eras, periodos, épocas, edades y crones. Cada uno de estos intervalos de tiempo está representado en el registro rocoso por unidades cronoestratigráficas conocidas respectivamente como eonotemas, eratemas, sistemas, series, pisos y cronozonas. Los límites entre estas unidades son rigurosamente estudiados por numerosos especialistas para definirlos formalmente en las mejores secciones estratigráficas del planeta: los estratotipos, que deben servir de referencia mundial. Grupos internacionales de investigadores se reú-

nen con el objetivo de decidir qué evento marcador debe utilizarse para reconocer un límite en cualquier parte del mundo y qué localidad se elige para definir allí el estratotipo, en el estrato donde se produce el evento utilizado, normalmente un lugar donde dicho límite esté geológicamente bien registrado y la sección sea accesible y esté bien expuesta. Los lugares donde se definen los estratotipos de límite tienen un gran reconocimiento y atraen a investigadores y estudiantes de todo el mundo.

**AL LÍMITE** Los eventos marcadores elegidos para definir estos límites entre eones, eras y periodos pueden tener diferente naturaleza, pero todos deben tener una característica común: ser lo suficientemente importantes y globales como para poder ser reconocidos en el registro geológico de todo el mundo. Los eventos más utilizados en cronoestratigrafía son los paleobiológicos (como extinciones en masa y radiaciones o ramificaciones evolutivas), los astronómicos (fundamentalmente los de impacto meteorítico), los paleoclimáticos (como glaciaciones o los bruscos calentamientos climáticos por efecto invernadero, conocidos como eventos hipertermales) y los eventos eustáticos (aumentos o descensos bruscos del nivel del mar).

Sucesos globales pero de menor importancia también son frecuentemente utilizados para marcar los límites entre pisos, como por ejemplo eventos paleobiológicos básicos (aparición o extinción de una especie o de un grupo paleontológico concreto) y eventos paleomagnéticos (inversiones en la polaridad magnética de la Tierra).

Es muy difícil conseguir que se defina en España alguno de estos estratotipos de referencia mundial. Hace unos años se definió el límite entre los pisos Toarciense/Aaleniense en la localidad de Fuentelsaz (Guadalajara) y hasta ahora era el único definido en nuestro país. Recientemente, acaban de definirse en Zumaya (Gipuzcoa), otros dos límites: los situados entre los pisos Daniense/Selandiense y Selandiense/Thanetiense.

**EUSTOQUIO MOLINA, LAIA ALEGRET, IGNACIO ARENILLAS, JOSÉ ANTONIO ARZ Y SILVIA ORTIZ** PERTENECEN AL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

**MÁS INFORMACIÓN**  
[wzar.uniza.es/isps/index.htm](http://wzar.uniza.es/isps/index.htm)  
[www.stratigraphy.org/](http://www.stratigraphy.org/)

## ZUMAYA: UNA BIBLIOTECA DE PIEDRA AL BORDE DEL MAR

**ESPECTACULAR** La pequeña localidad costera de Zumaya está situada 35 km al oeste de San Sebastián. Sus imponentes paisajes y acantilados, así como una espectacular combinación de clima, fauna y vegetación, hacen de ella un punto de interés turístico. Desde hace casi medio siglo, Zumaya es también un lugar de referencia para la comunidad científica, principalmente debido a que en sus acantilados se hallan expuestas una serie de formaciones geológicas que se depositaron de forma continua desde el Albiense (hace unos 100 millones de años), en el Cretácico Inferior, hasta el Ypresiense (hace unos 50 millones de años), en el Eoceno. El gran interés que ha despertado el registro geológico de Zumaya ha llevado a numerosos científicos a realizar detallados estudios multidisciplinarios: análisis paleontológicos, estratigráficos, sedimentológicos, geoquímicos, etc. El equipo de Micropaleontología de la Universidad de Zaragoza ha desarrollado allí numerosas investigaciones y ha contribuido con sus publicaciones al conocimiento detallado de su cronoestratigrafía.

Zumaya es probablemente el afloramiento con mayor densidad de límites cronoestratigráficos analizables del mundo. En sus acantilados, los estratos geológicos están perfectamente expuestos, hasta el punto de constituir una de las mejores secciones del mundo para el sistema Paleógeno, la serie Paleoceno y los pisos Daniense, Selandiense y Thanetiense, especialmente desde el límite Cretácico/Paleógeno (hace 65,5 millones de años) hasta el límite Paleoceno/Eoceno (hace 55,8 millones de años). Este intervalo de tiempo está muy bien representado en los estratos que afloran en los acantilados de la playa de San Telmo. En aquellos tiempos, el lugar que hoy ocupa Zumaya estaba a más de mil metros de profundidad en el fondo oceánico; por eso los fósiles que hoy encontramos pertenecen a especies marinas, fundamentalmente de foraminíferos y nanofósiles calcáreos. Además, los depósitos de Zumaya son de tipo rítmico; la intercalación constante de capas margosas y calcáreas parece responder a ciclos climáticos ocasionados por las variaciones de la órbita terrestre. La cicloestratigrafía per-



### LÍMITE DANIENSE/SELANDIENSE

La clave estaba en los más pequeños. La diversificación (radiación evolutiva) de un grupo de nanofósiles calcáreos, conocido como *Fasciculithus*, marca el límite Daniense/Selandiense. El estratotipo de referencia mundial se encuentra en Zumaya, concretamente en el contacto entre la formación Calizas de Aitzgorri y la formación Itzurun. En este caso, la micropaleontología aporta las pruebas que parecen indicar que se produjo un evento paleoclimático global, provocado por un calentamiento del clima terrestre parecido al evento hipertermal acontecido en el límite Paleoceno/Eoceno, aunque de menor magnitud. Este límite cronoestratigráfico ha sido situado en el tiempo hace aproximadamente 61,1 millones de años.



### LÍMITE SELANDIENSE/THANETIENSE

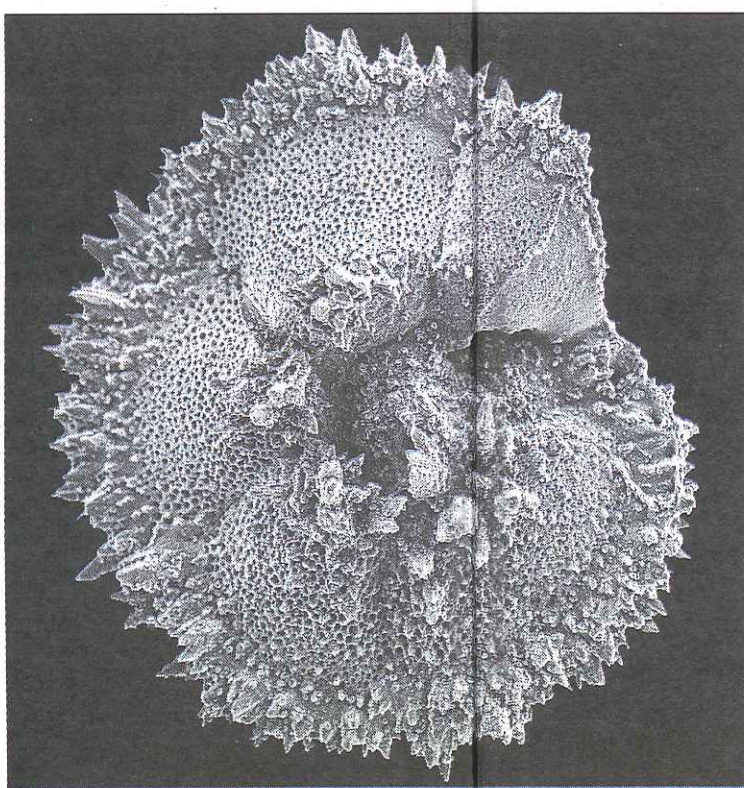
El límite Selandiense/Thanetiense también ha sido definido y situado en Zumaya. Hasta el año 2007, este evento había sido reconocido únicamente en sondeos marinos; la sección de Zumaya constituye el primer afloramiento terrestre en el que se ha podido identificar y estudiar en detalle el calentamiento acontecido en el Paleoceno Medio. El evento marcador elegido para situar este límite es un evento paleomagnético, en concreto una inversión de la polaridad magnética de la Tierra que se estima que sucedió hace unos 58,7 millones de años. Estas inversiones en el campo magnético de la Tierra quedan registradas a la vez en todo el planeta y, por esta razón, son una excelente referencia del tiempo geológico.

### REGRESO AL FUTURO

Ahora mismo, el calentamiento global está dejando su firma sobre la Tierra. Las actuales emisiones de metano, que comienza a escapar de los fondos marinos del Ártico y de la fusión del permafrost siberiano, y el CO<sub>2</sub> liberado por la quema de hidrocarburos dejarán huella en el registro geológico. Los investigadores de un lejano futuro lo clasificarán como "un evento paleoclimático de tipo hipertermal". Lo que ahora sucede puede parecerse a lo ocurrido hace 55,8 millones de años, en el límite entre los pisos del Paleoceno y el Eoceno, cuando, al calentarse los fondos marinos, se liberó gran cantidad de metano. Pequeños ascensos de temperatura en las aguas oceánicas pudieron desencadenar eventos hipertermales, iniciando catástrofes climáticas que hoy sirven para definir límites cronoestratigráficos. La causa inicial del calentamiento de las aguas profundas en el pasado fue: mayor actividad volcánica, cambios en las corrientes marinas o cambios orbitales. ¿Estará hoy el ser humano desencadenando un evento hipertermal similar al provocar el efecto invernadero y el cambio climático?



Esta imagen de satélite revela la reducida capa de hielo en el Ártico. NASA



Morozovella occlusa, foraminífero planctónico que ayuda a datar estratos.

Eón	Era	Periodo
Fanerozoico	Cenozoico	Neógeno
		Paleógeno



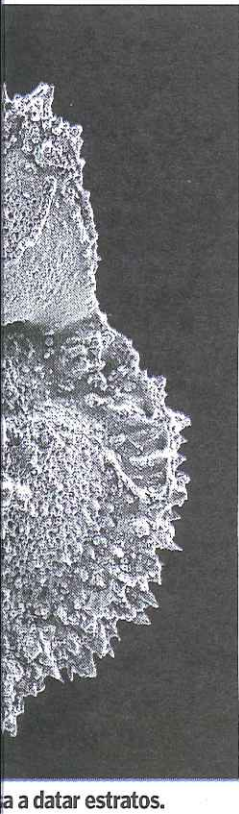
objetivo de decidir qué marcador debe utilizarse para definir un límite en cualquier parte del mundo y qué localización para definir allí el evento utilizado, normalmente un lugar donde dicho límite geológicamente bien representado sea accesible y expuesto. Los lugares que refinen los estratotipos deben ser reconocidos en un gran reconocimiento a investigadores de todo el mundo.

Los eventos marcadores para definir estos límites, eras y periodos pueden ser de diferente naturaleza, deben tener una característica común: ser lo suficientemente importantes y globales como para ser reconocidos en un registro geológico de todo el mundo. Los eventos más utilizados en la geología son los eventos de extinción (como extinción de dinosaurios y radiaciones o rami-ficaciones evolutivas), los eventos de calentamiento global (como el evento de hace 56 millones de años), los eventos de enfriamiento global (como el evento de hace 2 millones de años) y los eventos de extinción de especies (como la extinción de los dinosaurios).

Los eventos de menor importancia pero de mayor frecuencia son los eventos de extinción de especies, como por ejemplo los eventos de extinción de especies de un grupo paleontológico (inversiones en la magnética de la Tierra). Es difícil conseguir que se establezca en España alguno de estos eventos de referencia mundiales. El límite entre los pisos Toarciense y Paleoceno (Guadalajara) y hasta el límite definido en España. Recientemente, se han definido en Zumaya (Guipúzcoa) los límites de los pisos Daniense y Selandiense.

MOLINA, LAIA ALEGRET, IGNACIO ANTÓNIO ARZ Y SILVIA ORTIZ. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y GEOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

CIÓN  
sps/index.htm  
hw.org/



a datar estratos.

## ZUMAYA: UNA BIBLIOTECA DE PIEDRA AL BORDE DEL MAR

**ESPECTACULAR** La pequeña localidad costera de Zumaya está situada 35 km al oeste de San Sebastián. Sus imponentes paisajes y acantilados, así como una espectacular combinación de clima, fauna y vegetación, hacen de ella un punto de interés turístico. Desde hace casi medio siglo, Zumaya es también un lugar de referencia para la comunidad científica, principalmente debido a que en sus acantilados se hallan expuestas una serie de formaciones geológicas que se depositaron de forma continua desde el Albiense (hace unos 100 millones de años), en el Cretácico Inferior, hasta el Ypresiense (hace unos 50 millones de años), en el Eoceno. El gran interés que ha despertado el registro geológico de Zumaya ha llevado a numerosos científicos a realizar detallados estudios multidisciplinares: análisis paleontológicos, estratigráficos, sedimentológicos, geoquímicos, etc. El equipo de Micropaleontología de la Universidad de Zaragoza ha desarrollado allí numerosas investigaciones y ha contribuido con sus publicaciones al conocimiento detallado de su cronoestratigrafía.

Zumaya es probablemente el afloramiento con mayor densidad de límites cronoestratigráficos analizables del mundo. En sus acantilados, los estratos geológicos están perfectamente expuestos, hasta el punto de constituir una de las mejores secciones del mundo para el sistema Paleógeno, la serie Paleoceno y los pisos Daniense, Selandiense y Thanetiense, especialmente desde el límite Cretácico/Paleógeno (hace 65,5 millones de años) hasta el límite Paleoceno/Eoceno (hace 55,8 millones de años). Este intervalo de tiempo está muy bien representado en los estratos que afloran en los acantilados de la playa de San Telmo. En aquellos tiempos, el lugar que hoy ocupa Zumaya estaba a más de mil metros de profundidad en el fondo oceánico; por eso los fósiles que hoy encontramos pertenecen a especies marinas, fundamentalmente de foraminíferos y nanofósiles calcáreos. Además, los depósitos de Zumaya son de tipo rítmico; la intercalación constante de capas margosas y calcáreas parece responder a ciclos climáticos ocasionados por las variaciones de la órbita terrestre. La cicloestratigrafía per-

### REGRESO AL FUTURO

Ahora mismo, el calentamiento global está dejando su firma sobre la Tierra. Las actuales emisiones de metano, que comienza a escapar de los fondos marinos del Ártico y de la fusión del permafrost siberiano, y el CO<sub>2</sub> liberado por la quema de hidrocarburos dejarán huella en el registro geológico. Los investigadores de un lejano futuro lo clasificarán como "un evento paleoclimático de tipo hipertermal". Lo que ahora sucede puede parecerse a lo ocurrido hace 55,8 millones de años, en el límite entre los pisos del Paleoceno y el Eoceno, cuando, al calentarse los fondos marinos, se liberó gran cantidad de metano. Pequeños ascensos de temperatura en las aguas oceánicas pudieron desencadenar eventos hipertermales, iniciando catástrofes climáticas que hoy sirven para definir límites cronoestratigráficos. La causa inicial del calentamiento de las aguas profundas en el pasado fue: mayor actividad volcánica, cambios en las corrientes marinas o cambios orbitales. ¿Estará hoy el ser humano desencadenando un evento hipertermal similar al provocar el efecto invernadero y el cambio climático?



### LÍMITE DANIIENSE/SELANDIENSE

La clave estaba en los más pequeños. La diversificación (radiación evolutiva) de un grupo de nanofósiles calcáreos, conocido como *Fasciculithus*, marca el límite Daniense/Selandiense. El estratotipo de referencia mundial se encuentra en Zumaya, concretamente en el contacto entre la formación Calizas de Aizgorri y la formación Itzurun. En este caso, la micropaleontología aporta las pruebas que parecen indicar que se produjo un evento paleoclimático global, provocado por un calentamiento del clima terrestre parecido al evento hipertermal acontecido en el límite Paleoceno/Eoceno, aunque de menor magnitud. Este límite cronoestratigráfico ha sido situado en el tiempo hace aproximadamente 61,1 millones de años.



### LÍMITE SELANDIENSE/THANETIENSE

El límite Selandiense/Thanetiense también ha sido definido y situado en Zumaya. Hasta el año 2007, este evento había sido reconocido únicamente en sondeos marinos; la sección de Zumaya constituye el primer afloramiento terrestre en el que se ha podido identificar y estudiar en detalle el calentamiento acontecido en el Paleoceno Medio. El evento marcador elegido para situar este límite es un evento paleomagnético, en concreto una inversión de la polaridad magnética de la Tierra que se estima que sucedió hace unos 58,7 millones de años. Estas inversiones en el campo magnético de la Tierra quedan registradas a la vez en todo el planeta y, por esta razón, son una excelente referencia del tiempo geológico.



Esta imagen de satélite revela la reducida capa de hielo en el Ártico. NASA

mite calibrar la edad de los límites cronoestratigráficos con una precisión asombrosa, teniendo en cuenta que hablamos de una escala de tiempo geológica inmensa, medida en millones de años.

**A LA TERCERA VA LA VENCIDA** La sección de Zumaya es famosa por el afloramiento del límite Cretácico/Terciario, célebre porque entonces se produjo la extinción en masa de los dinosaurios y de otros muchos organismos, hasta quedar la biodiversidad reducida en más del 70% de las especies. En 1988, se propuso la sección de Zumaya como estratotipo para definir este límite, pero quedó en segundo lugar tras la sección de El Kef, en Túnez. Otro límite muy bien expuesto en Zumaya es el límite Paleoceno/Eoceno, correspondiente al límite entre los pisos Thanetiense/Ypresiense. Por segunda vez, la sección de Zumaya, dada su excelente exposición y registro fósil, fue propuesta en la década de 1990 como estratotipo para definir, en este caso, el límite Paleoceno/Eoceno, pero quedó en segundo lugar tras la sección de Dababiya (cerca de Luxor) en Egipto.

Aunque El Kef y Dababiya fueron considerados mejores que Zumaya para los límites Cretácico/Terciario y Paleoceno/Eoceno, el intervalo de casi 10 millones de años entre ambos límites está excelentemente representado en los estratos que afloran en Zumaya. Por esta razón, Zumaya ha sido considerado como el mejor afloramiento para definir los límites de los pisos del Paleoceno: Daniense/Selandiense (hace 61,1 millones de años) y Selandiense/Thanetiense (hace 58,7 millones de años).

Para conseguir las dos placas metálicas que indican la posición exacta de estos límites en Zumaya y que la convierten en sección de referencia mundial para todo aquel que quiera estudiarlos, la candidatura atravesó un largo proceso. La Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Paleógeno, que preside Eustaquio Molina, aprobó, en junio del 2007, la propuesta por unanimidad del grupo internacional de trabajo liderado por el investigador sueco Birger Schmitz. A este paso siguieron la aceptación de la Comisión Internacional de Estratigrafía y la ratificación de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas, el pasado septiembre.

Eón	Era	Periodo	Época	Etad	Antigüedad (en millones de años)	Estratotipos globales de límites
Fanerozoico	Cenozoico	Neógeno	Holoceno	Superior	0,0115	▶
				Medio	0,126	
			Pleistoceno	Inferior	0,781	
				Gelasiano	1,806	
			Plioceno	Piacenziano	2,588	
				Zancleano	3,600	
		Mioceno	Mesiniense	5,332		
			Tortonense	7,246		
			Serravallense	11,608		
			Langhiense	13,65 *		
			Burdigaliense	15,97		
			Aquitaniense	20,43		
		Oligoceno	Chattiano	23,03		
			Rupeliano	28,4 ± 0,1		
		Paleógeno	Eoceno	Priaboniano	33,9 ± 0,1	
				Bartoniano	37,2 ± 0,1	
				Luteniano	40,4 ± 0,2	
			Paleoceno	Ypresiense	48,6 ± 0,2	
Thanetiense	55,8 ± 0,2					
Selandiense	58,7 ± 0,2					
Daniense	61,7 ± 0,2					
					65,5 ± 0,3	▶