



EL DÍA QUE MURIÓ EL MESOZOICO: PARTE I

Guía para el estudiante

MATERIAL ORIGINAL DE



PONDERANDO LA EVIDENCIA DE UNA EXTINCIÓN MASIVA

PARTE 1: EN EL OCÉANO

❖ INTRODUCCIÓN

El límite entre el período Cretácico (K) y el período Terciario (T) está indicado por una capa de arcilla que se encuentra en todas partes del mundo y contiene una cantidad extraordinaria de iridio: un elemento raro en la corteza de la Tierra, pero común en asteroides. Esta capa de arcilla fue depositada hace unos 66 millones de años, en la época de la extinción masiva que eliminó a los dinosaurios de la faz del planeta. Nunca se encontró ni un solo fósil de dinosaurio en las capas rocosas por encima del límite K-T. (En 1989, el período Terciario fue reemplazado en las escalas geológicas por los períodos Paleogeno y Neogeno, y el límite K-T hoy se conoce comúnmente como el límite K-Pg).

Los dinosaurios no fueron las únicas especies que desaparecieron al final del período Cretácico. Más del 70% de las especies marinas y el 60% de las especies terrestres se extinguieron. Entre los organismos que se extinguieron en el océano había especies de microorganismos conocidos como foraminíferos. En esta actividad examinarás evidencia de una extinción masiva 66 millones de años atrás. La evidencia comprende fósiles de foraminíferos que se encontraron en las capas rocosas por debajo y por encima del límite K-T.

Presentando a los foraminíferos



Límite K-T hallado cerca de Gubbio, Italia. La figura a la derecha muestra el límite K-T (la posición del marcador indica el límite). Separa dos períodos geológicos, el Cretácico (K) y el Paleogeno (Pg). El Paleogeno solía llamarse período terciario (T). (Fotografía cortesía de Philippe Claeys).

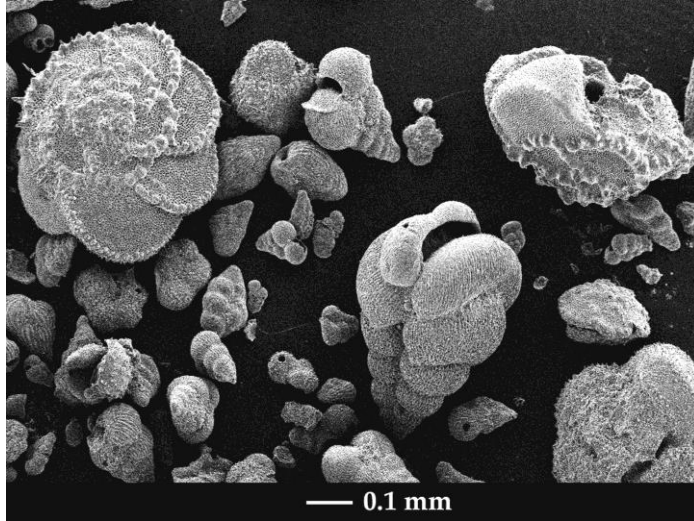


Los foraminíferos son protistas ameboides de una sola célula, de presencia abundante en el océano. Se estima que actualmente viven 4,000 especies de foraminíferos en el océano. Los foraminíferos pueden vivir en el suelo

Fotografía de un foraminífero vivo. La estructura sólida en el centro es la célula foraminífera, y las estructuras translúcidas que se abren en forma radial desde la concha son los pseudópodos, prolongaciones utilizadas para la locomoción y alimentación. (Fotografía cortesía de Dave Caron).

oceánico (foraminíferos bentónicos) o flotar en la columna de agua (foraminíferos planctónicos). La mayoría de los foraminíferos tienen un tamaño promedio de 0.2 a 1 mm de ancho.

Los foraminíferos producen conchas, y este esqueleto comúnmente se divide en cámaras que se incrementan durante el crecimiento. El centro blando del organismo está rodeado por las conchas, compuestas por carbonato de calcio o por granos de arena conglomerados. Cuando mueren, las conchas se asientan en el fondo del océano y se convierten en parte del sedimento marino.



Fotografía de conchas de foraminíferos vistos a través de un microscopio electrónico de barrido. La morfología y los tamaños de estas conchas difieren según la especie. (Fotografía cortesía de Brian Huber).

Diferentes especies de foraminíferos habitaron la Tierra en diferentes momentos de la historia, y la abundancia relativa de estas especies fosilizadas es un marcador útil para determinar la edad de las distintas capas rocosas.

❖ FOCALIZACIÓN

¿Crees que el tamaño de una especie es determinante en la evolución de las especies?

¿Por qué?

Yo creo que

Porque _____

❖ EXPLORACIÓN:

Para buscar evidencias sobre tu respuesta anterior indagaremos con los siguientes materiales:

• MATERIALES

Cada pareja de estudiantes necesitará:

Tarjetas de foraminíferos

Regla

Tijeras

❖ PROCEDIMIENTOS Y PREGUNTAS

Parte 1:

Recortar las tarjetas entregadas.

Observar y medir los foraminíferos próximos al límite K-T

Eres científico y estás estudiando foraminíferos. En las excavaciones has hallado foraminíferos fosilizados justo debajo y justo arriba del límite K-T en una excavación oceánica cerca de la costa de Florida. Las imágenes de microscopía electrónica de barrido que se muestran en las tarjetas son muestras de foraminíferos fosilizados. Separa las tarjetas en dos pilas, una pila correspondiente al período Cretácico y otra correspondiente al período Terciario.

1. ¿Qué pila de tarjetas representa los foraminíferos más antiguos?

2. ¿Qué pila de tarjetas representa los foraminíferos más recientes?

3. Observa que las escalas en cada una de las tarjetas son iguales, de modo que podemos comparar fácilmente los tamaños de los foraminíferos. ¿Qué especies de foraminíferos suelen ser más grandes: los del período Cretácico, justo debajo del límite K-T, o los presentes en el período Terciario, justo por encima del límite K-T?

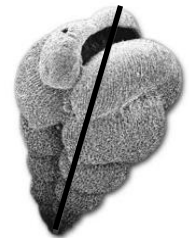
4. El aspecto exterior de los foraminíferos, su morfología, es sumamente variable. Aparte de los tamaños, describe otras características morfológicas que sean distintas entre foraminíferos de los períodos Cretácico y Terciario.

5. Resume en una o dos oraciones cómo difieren los foraminíferos a ambos lados del límite K-T. Consulta las observaciones que hiciste en las preguntas 3 y 4.

Quieres observar foraminíferos de otros sitios donde se haya estudiado el límite K-T para determinar si las diferencias que detectaste entre foraminíferos de los períodos Cretácico y Terciario también se pueden detectar en otras partes del mundo. Una colega extrajo foraminíferos de suelos apenas por debajo y por encima del límite K-T en otros sitios y te ha enviado esas imágenes para que las analices.

6. Al observar las imágenes, notas que fueron tomadas con diferentes grados de aumento, de manera que no puedes comparar directamente los tamaños de los especímenes. Sin embargo, puedes calcular el tamaño de los foraminíferos usando las escalas. Sigue las instrucciones detalladas a continuación para calcular el tamaño del foraminífero de la muestra 1.

Muestra 1 Cretácico



- a. Mide la longitud máxima en centímetros (cm). La longitud máxima es el largo mayor del foraminífero (la línea oscura dibujada sobre el foraminífero de la muestra 1). _____ -

- b. Mide la escala en cm. Esta línea representa 0.1 milímetro (mm).
_____ cm = 0.1 mm

escala →  0.1 mm

- c. Calcula el valor de conversión. Para ello deberás determinar cuántos mm equivalen a un centímetro.

Sugerencia: Para calcular cuántos mm equivalen a un cm, divide ambas partes de la ecuación por la longitud de la escala.

Por ejemplo, si la escala fuese de 5 cm de largo (5 cm = 0.1 mm), dividirías por 5 ambos lados de la ecuación ($\frac{5\text{cm}}{5} = \frac{0.1\text{mm}}{5}$) de modo que el resultado sería 1 cm = 0.02 mm.

1 cm = _____ mm

- d. Calcula el tamaño exacto de los foraminíferos en mm. Para ello, multiplica la longitud máxima del foraminífero (respuesta A) por el factor de conversión (respuesta C). ¿Qué tamaño tiene la muestra 1? _____. Anota en la tabla 1 el tamaño real del foraminífero de la muestra 1.

- e. Repite este proceso para las muestras 2-4 que se muestran a continuación. Anota el tamaño real de los foraminíferos en la tabla 1.

Muestra 2
Terciario



— 0.1 mm

Muestra 3
Cretácico



— 0.1 m

Muestra 4
Terciario



— 0.1 mm

Tabla 1

Número de muestra	Antigüedad de la roca donde se halló el foraminífero	Longitud máxima del foraminífero (cm)	Longitud de la escala (cm)	Valor de conversión* (mm/cm)	Tamaño real del foraminífero (mm)
1	Cretácico				
2	Terciario				
3	Cretácico				
4	Terciario				

*Máximo dos decimales.

7. Compara tus muestras de foraminíferos (en las tarjetas) con las de tu colega. Anota tus observaciones sobre las diferencias entre foraminíferos antes y después del límite K-T. Cuando corresponda, anota las mediciones o cálculos específicos.

Periodo	Mis muestras (tus tarjetas originales)	Muestras de mi colega (las que mediste)
Cretácico		
Terciario		

8. Completa el siguiente enunciado:

Mis muestras se asemejan a las de mi colega porque

9. Tú decides que necesitas más datos para llegar a una conclusión. Analizas 200 foraminíferos hallados por encima y debajo del límite K-T tanto en tu sitio como en el de tu colega, y tus datos son muy similares a lo que describiste en las preguntas anteriores. Luego analizas otros cinco sitios distribuidos por todo el planeta y observas patrones similares. ¿Qué conclusiones puedes sacar de estas observaciones?

APLICACIÓN Y REFLEXIÓN

Parte 2: Análisis de datos de foraminíferos hallados cerca del límite K-T

La figura 1 muestra una sección de sedimentos del fondo del océano Atlántico norte. Secciones como ésta se obtienen haciendo una perforación con un vástago hueco y extrayendo un fragmento que muestra la distribución vertical de sedimentos. La franja inusual en el medio es el límite K-T. Los científicos toman muestras de secciones de sedimentos para hacer observaciones detalladas y llevar a cabo pruebas geoquímicas. En este caso, las rocas por debajo y por encima del límite K-T fueron procesadas para separar los foraminíferos y poder identificarlos con un microscopio. En la figura 2 se ven las especies de foraminíferos encontradas en cada muestra. Cada línea de la figura representa una especie de foraminífero. El eje Y muestra el tiempo, y la línea gruesa horizontal representa el límite K-T.

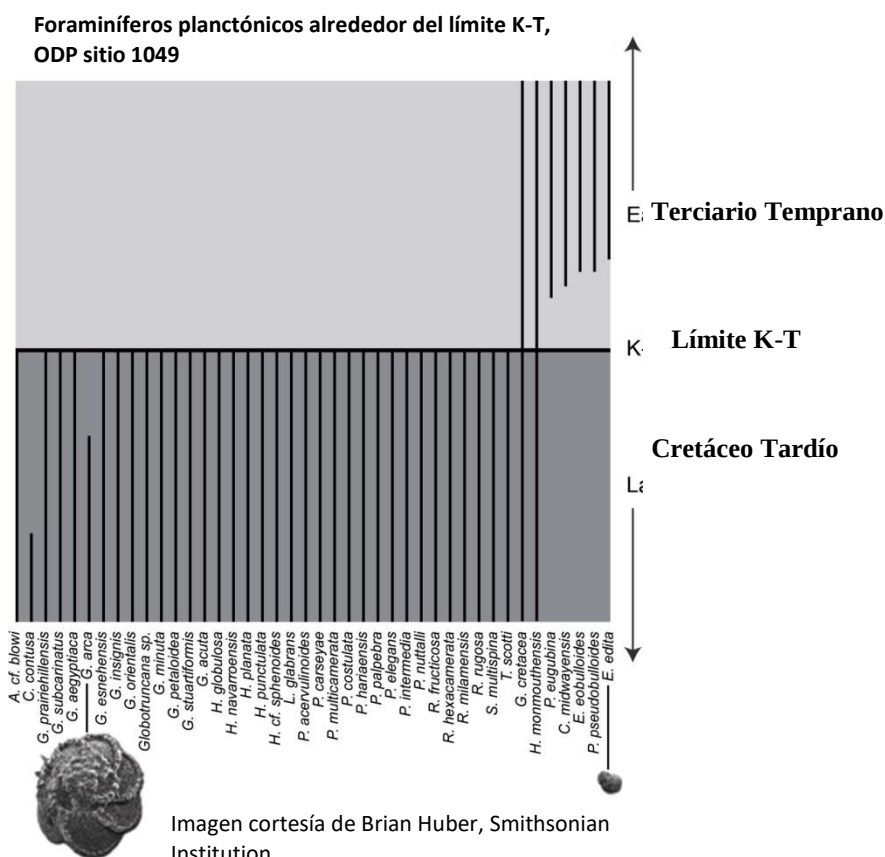
Utiliza la información de la figura 2 para responder las preguntas 7 a 13.

Figura 1



(Imagen cortesía de Brian Huber).

Figura 2



10. ¿Cuántas especies de foraminíferos están representadas en la figura 2? _____

11. (a) En función de la figura, ¿cuántas especies diferentes de foraminíferos Cretácicos parecen haberse extinguido en el límite K-T?

(b) Explica cómo puedes inferir de la figura que estas especies de foraminíferos se extinguieron.

12. (a) ¿Cuántas especies parecen haber sobrevivido al evento K-T?

(b) Explica cómo puedes inferir de la figura que estas especies de foraminíferos sobrevivieron.

13. Calcula el porcentaje de foraminíferos que se extinguieron en el límite K-T.

14. Calcula el porcentaje de foraminíferos que sobrevivieron al evento K-T.

15. El gráfico muestra que algunas especies se encontraban solo en el período Terciario y no en el período Cretácico. ¿Qué crees que representan estas especies?

16. En base a la base de la película, ¿qué evento creen los científicos que ocasionó la extinción de un gran porcentaje de foraminíferos?

Parte 3: El tamaño sí importa

17. En la parte 1, observaste las diferencias de tamaño entre foraminíferos de los períodos Cretácico y Terciario. En base a los datos que registraste, ¿cuáles foraminíferos tenían más probabilidades de sobrevivir al evento K-T: los pequeños o los grandes?

18. ¿Por qué crees que el tamaño marcaría una diferencia en las probabilidades de supervivencia de algunas especies de foraminíferos?

19. En la tabla a continuación se describen algunas diferencias entre foraminíferos grandes y pequeños.

Características de los foraminíferos grandes	Características de los foraminíferos pequeños
Maduración tardía —en otras palabras, el foraminífero en desarrollo necesita más tiempo para llegar a la etapa adulta	Tendencia a madurar rápidamente
Embrión de tamaño más grande	Embrión más pequeño
El organismo requiere más tiempo para reproducirse	Se reproduce más rápidamente
Tendencia a la especialización acorde a un entorno y fuente de alimentación determinados	Tendencia a ser “generalistas”, es decir, que pueden vivir en diferentes entornos
Morfológicamente más complejos; en ocasiones los foraminíferos de mayor tamaño tienen relaciones simbióticas con otros organismos, como las algas	De menor complejidad, con menos protección y menos probabilidades de sobrevivir individualmente

(Fuente: Hallock, P. 1985. Why are larger foraminifera large? *Paleobiology* **11**: 195-208).

Analiza la información de la tabla anterior y explica cómo algunas de las características de las especies grandes y pequeñas podrían haber favorecido la supervivencia ante una posible extinción. (Sugerencia: Las extinciones suelen ser consecuencia de cambios ambientales repentinos; los organismos que suelen

sobrevivir son los que tienen mayor capacidad de adaptarse más rápidamente).

20. Las imágenes a continuación son fotomontajes de foraminíferos a escala hallados por debajo y por encima del límite K-T. ¿Cuál imagen muestra foraminíferos encontrados debajo del límite K-T: la de la derecha o la de la izquierda? Justifica tu respuesta con información de esta actividad y del cortometraje.

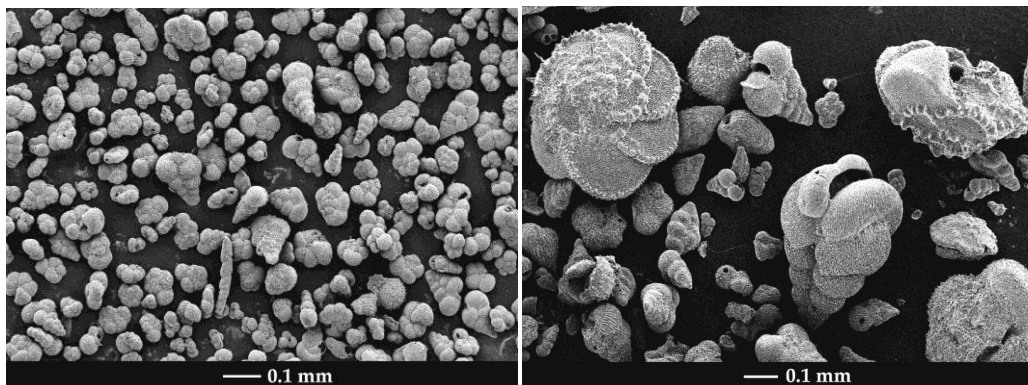


Imagen cortesía de Brian Huber

21. Las extinciones son parte normal de la historia de la evolución. La extinción K-T es considerada una de cinco extinciones masivas importantes en la historia de la Tierra. Piensa en lo que has aprendido con esta actividad y la película e indica por qué crees que este evento es considerado una extinción masiva importante.

REFERENCIAS

Alvarez, L.W., Alvarez, W., Asaro, F., Michel, H.V. 1980. Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. *Science* 208: 1095-1108.

Huber, B.T. *et al.* 2002. Abrupt extinction and subsequent reworking of Cretaceous planktonic foraminifera across the Cretaceous-Tertiary boundary: Evidence from the subtropical North Atlantic. Geological Society of America. Special Report 356, pp. 277-289.

AUTORES (VERSIÓN ORIGINAL EN INGLÉS)

Escrito por Mary Colvard, Cobleskill-Richmondville High School (jubilada)
Editado por Eriko Clements, PhD, y Laura Bonetta, PhD, HHMI; Susan Dodge, asesora editorial
Revisado por Philippe Claeys, PhD, Vrije Universiteit Brussel; Pamela Hallock Muller, University of South Florida
Corregido por Linda Felaco

ADAPTACIÓN CHILE: Karin González Allende, Profesora de Biología y Cs. Naturales. Académica DEP, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad de Chile.

Colaboración y edición Ma. Fernanda Álvarez, Profesora de Biología y Cs. Naturales, Asesora Pedagógica BNI.

EVALUADORES

Melody Hamilton, PS171; Peter Johnson, Minneapolis Academy; Moira Chadzutko, St. John the Baptist Diocesan High School; Linda Ciota, St. Johns the Baptist Diocesan High School; Erica Dosch, Connetquot High School