



## SIGUIENDO EL RASTRO DE LA EVIDENCIA

### DESCRIPCIÓN GENERAL

Esta hoja de trabajo es complementaria al cortometraje de HHMI titulado *El Día que Murió el Mesozoico*. Cuando los alumnos vean el cortometraje, tomarán nota de las evidencias que llevaron al descubrimiento del choque de un asteroide contra la Tierra hace unos 66 millones de años, hecho que causaría una extinción masiva.

(Nota: En la película se indica que la extinción masiva sucedió hace 65 millones de años; esa fecha fue modificada recientemente a 66 millones de años. Consulte la Guía de la película para obtener más información).

### CONCEPTOS CLAVE Y OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- La historia geológica y biológica de 4,600 millones de años de la Tierra se infiere del análisis de fósiles, rocas y rastros químicos en sedimentos de todo el planeta. La superposición de evidencias revela un patrón de cambio, con variaciones en la tasa de cambio.
- Las catástrofes tuvieron un rol importante en la historia de la evolución. Las extinciones masivas que ocurrieron en los últimos 550 millones de años son ejemplos de cambios catastróficos.

Los alumnos podrán:

- comprender la relación entre la escala de tiempo geológica y el patrón estratificado de rocas expuestas—los estratos más profundos son más antiguos que los estratos más próximos a la superficie de la Tierra.
- identificar la evidencia de que el límite K-T señala una extinción masiva que coincide con el choque de un asteroide contra la Tierra hace 66 millones de años.
- comprender el proceso científico, que consiste en plantear preguntas, hacer observaciones, elaborar hipótesis y recabar y evaluar evidencias.
- comprender que los científicos sacan conclusiones a partir de numerosos rastros de pruebas e hipótesis de una serie de disciplinas científicas.
- apreciar que en las ciencias de la tierra, los científicos no suelen llevar a cabo experimentos para evaluar hipótesis; más bien recaban evidencias a partir de observaciones para confirmar o refutar las hipótesis.

### CONEXIONES CURRICULARES (ESTADOS UNIDOS)

Plan de estudio	Temas del plan de estudio
NGSS (abril de 2013)	MS-PS3.C, MS-LS2.C, MS-LS4.A, MS-LS4.C, MS-ESS1.C, MS-ESS2.A, HS-LS2.B, HS-LS2.C, HS-LS4.C, HS-LS4.D, HS-ESS1.C, HS-ESS2.A, HS-ESS2.E, HS-PS1.C,
Common Core (2010)	CCSS.ELA-Literacy.RST.6-8.1, CCSS.ELA-Literacy.RST.6-8.2, CCSS.ELA-Literacy.RST.6-8.4, CCSS.ELA-Literacy.RST.6-8.8, CCSS.ELA-Literacy.RST.9-12.1, CCSS.ELA-Literacy.RST.9-12.2, CCSS.ELA-Literacy.RST.9-12.4, CCSS.ELA-Literacy.RST.9-12.8
Biología de AP (2012–13)	4.B.4, 1.C.1, SP5
Biología de IB (2009)	5.1, 5.4.8, D.2.7, D.2.9, D.1.3, G.2.6, G.2.7

### TÉRMINOS CLAVE



pruebas, evidencia, hipótesis, teoría, Cretácico, Terciario, iridio, asteroide, meteorito, supernova, foraminífero, polen, esporas, extinción, fósil, sedimento

### REQUISITOS DE TIEMPO

Esta actividad requiere dos períodos de 50 minutos de clase.

### AUDIENCIA SUGERIDA

Esta actividad es apropiada para clases de Ciencias de la Vida y del Sistema Terrestre de escuela media, y Biología, Ciencias del Sistema Terrestre, Química y Física de escuela secundaria [todos los niveles, incluidos Colocación Avanzada (AP, por sus siglas en inglés) y Bachillerato Internacional (IB, por sus siglas en inglés)].

### CONOCIMIENTOS PREVIOS

Los estudiantes deben conocer el proceso de evaluación de hipótesis y la diferencia entre un hecho y una opinión. También deben saber qué es un fósil y entender que los fósiles más antiguos se encuentran en capas rocosas más profundas que los fósiles de menor antigüedad. Asimismo, es necesario que conozcan la escala temporal geológica de la Tierra y su relación con la cronología relativa de eventos pasados.

### MATERIALES

Los alumnos necesitarán la versión para estudiantes de esta actividad. Tenga en cuenta que hay dos versiones del manual del estudiante, una de ellas incluye material de apoyo extra para tomar notas.

### SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Muéstrelas a los alumnos un cartel con la escala temporal geológica de la Tierra (por ejemplo, el cartel “Evolución de la Tierra: la intersección entre geología y biología”, disponible en <http://www.hhmi.org/biointeractive/posters/2012%20Changing%20Planet.jpg>). Señale la era Mesozoica y el período Cretácico. Explique que el Mesozoico se conoce generalmente como la Edad de los Reptiles, incluidos los dinosaurios.
- Plantee las siguientes preguntas para conversar con los alumnos:
  - ¿Qué creen que causó la extinción de los dinosaurios y cómo lo saben?
  - ¿Los dinosaurios fueron los únicos animales que se extinguieron al final del período Cretácico?
  - ¿Cómo pueden determinar los científicos cómo era la Tierra hace millones de años?
- Entregue a los alumnos la hoja de trabajo que acompaña a esta lección; tenga en cuenta que hay dos versiones. La segunda versión incluye más material de ayuda para tomar notas. Explique que cuando vean cada sección del cortometraje deben prestar atención a las pruebas científicas clave que descubrieron los científicos de la película respecto de lo que dió lugar a la extinción de los dinosaurios y muchas otras especies al final del período Cretácico.
- Al terminar cada sección, los alumnos deben agruparse en parejas (o en pequeños grupos) para tomar nota de las pruebas presentadas en esa sección y su significado en la tabla de sus hojas de trabajo. Para darles una mejor idea de lo que deben anotar, las pruebas presentadas al comienzo del cortometraje ya están incluidas en la hoja de trabajo. Dedique unos minutos a repasar esas pruebas.
- Puede pedirles que mientras vean la película vayan tomando nota de algunos datos (como por ejemplo, ubicaciones, fechas, sustancias químicas y campos de estudio) en papel borrador. Estas notas les servirán de recordatorio cuando trabajen en pequeños grupos al terminar cada sección.
- Una vez que hayan tenido tiempo para comparar y debatir sobre sus listas, invite a algunos de los grupos a compartir una o más de las evidencias que anotaron. Pídale a la clase que determine si esos ejemplos representan un hecho científico o una opinión.
- Cuando termine el cortometraje, organice un debate grupal sobre cuáles datos aportaron pistas clave que respalden o refuten la hipótesis del impacto del asteroide.



- Cuando terminen, los alumnos deben completar sus hojas de trabajo.

### GUÍA DE RESPUESTAS

(Este es un ejemplo de una tabla completa. Las respuestas de los alumnos serán distintas).

EVIDENCIAS PRESENTADAS	LO QUE SUGIEREN LAS EVIDENCIAS
En el período Cretácico abundaban los foraminíferos de gran tamaño y diversidad, pero al comienzo del período Terciario la mayoría de las especies de foraminíferos se extinguieron.	Hubo una extinción masiva de foraminíferos; esta extinción en masa sucedió al mismo tiempo que la extinción de los dinosaurios. Con la desaparición de los foraminíferos habría desaparecido la base de la cadena alimentaria.
El cambio en los fósiles de foraminíferos ocurrió hace 65 millones de años, en la misma época en que desaparecieron los dinosaurios.	Hubo extinciones que quedaron documentadas en el registro fósil y que están alineadas precisamente con el límite K-T.
El cambio en los fósiles de foraminíferos fue detectado en dos sitios diferentes a una distancia de más de 1,000 km.	La extinción de foraminíferos fue un hecho global, no localizado.
El límite K-T en Gubbio tenía 30 veces más iridio que la cantidad que se encuentra en la corteza de la Tierra; se halló iridio en el límite K-T de todo el mundo.	La cantidad de iridio es escasa en la corteza de la Tierra pero elevada en los asteroides; el iridio del límite K-T puede haber provenido del espacio exterior, tal vez de un asteroide o una supernova.
No se encontró plutonio 244 en la capa K-T.	Una supernova habría liberado plutonio 244; como este isótopo de plutonio no se encontró en la capa K-T, la explosión de una supernova no puede explicar la presencia de iridio.
La capa K-T contiene perlititas vidriosas, denominadas esférulas, que se forman cuando la roca vaporizada se enfría y vuelve a caer sobre la Tierra.	Algo ocurrió que generó un calor inmenso, suficiente como para derretir la roca hasta transformarla en vidrio.
La capa K-T también contiene cuarzo chocado: roca sometida a altas presiones debido a una explosión o impacto.	Las ondas del impacto causaron deformaciones en el cuarzo (cuarzo chocado).
La cantidad de iridio en el límite K-T sugiere que el asteroide tenía unos 10 km de diámetro.	Un asteroide de este tamaño habría causado una destrucción de enormes magnitudes.
La arcilla Cretácica es muy uniforme hasta el límite K-T.	El mundo se encontraba en un estado de suma regularidad hasta el evento K-T.
En Texas, los científicos encontraron piedras y otras rocas grandes originarias de diferentes lugares.	Los tsunamis erosionaron el fondo del océano y reubicaron el material; probablemente el asteroide

Siguiendo el rastro de la evidencia



	se estrelló en el océano.
Científicos en Haití encontraron tectitas, que son fragmentos de roca fundida.	El hallazgo de tectitas en Haití les indicó a los científicos que el cráter probablemente se encontraba cerca del Golfo de México.
Cerca de Chicxulub hay campos gravitacionales anormales; en este sitio también abunda el cuarzo chocado.	Este es el cráter que se formó cuando el asteroide se estrelló contra la Tierra 65 millones de años atrás.
Las rocas de esta zona tienen 65 millones de años de antigüedad. El campo gravitacional anormal coincide con un cráter de unos 200 km de diámetro.	La antigüedad y el tamaño del cráter coinciden con las predicciones de Alvarez.
En la formación Hell Creek los científicos encontraron huesos de dinosaurios hasta el límite K-T pero nunca hallaron estos fósiles por encima del límite; los huesos sugieren que allí vivían diferentes especies de dinosaurios.	Muchas especies de dinosaurios vivieron en el Cretácico y luego se extinguieron.
Las rocas donde se encuentra el cráter contienen muchísimo azufre.	El azufre y otros tipos de detrito podrían haber volado por el aire en grandes cantidades, bloqueando el sol.
El polen fósil del Cretácico es representativo de muchas especies diferentes; un 60 % de las especies vegetales desaparecieron en el límite K-T.	Aproximadamente el 60 % de las especies se extinguieron en el límite K-T.
Después del límite K-T, los científicos encuentran mayormente esporas de helechos.	Los helechos fueron las primeras plantas que repoblaron el planeta devastado.
Después del límite K-T, los científicos encuentran fósiles de animales más pequeños que vivían en madrigueras.	Los sobrevivientes eran animales pequeños; muchos mamíferos murieron pero sobrevivieron suficientes de ellos para repoblar el planeta.
<p>DISCIPLINAS CIENTÍFICAS MENCIONADAS EN EL CORTOMETRAJE</p> <p>Los estudiantes pueden mencionar cualquiera de las siguientes: Geología, Física, Química, Astronomía, Paleontología, Biología, Botánica.</p>	

## PREGUNTAS

1. ¿Qué evidencias convencieron en un primer momento al Dr. Alvarez de que había ocurrido una extinción masiva en el límite K-T?

Había muchos fósiles de foraminíferos diferentes debajo del límite entre los períodos Cretácico y Terciario, y en menor cantidad por encima del límite, lo que significa que el límite señala el momento de la extinción en masa.





2. *¿Cuál fue la primera pista de que un asteroide había golpeado la Tierra en el mismo período en que ocurrió la extinción en masa?*

Se encontró una elevada concentración de iridio —un elemento raro en la corteza terrestre pero abundante en asteroides—, en el límite entre el período Cretácico y el período Terciario.

3. *¿Qué hallazgos y observaciones adicionales respaldaron la hipótesis del impacto del asteroide?*

Los científicos han encontrado esférulas de vidrio, cuarzo chocado y tectitas en la capa K-T. Estos hallazgos coinciden con una explosión o choque que generó una cantidad inmensa de calor y ondas de alta energía. En las cercanías del Golfo de México se detectaron depósitos de tsunamis. Los científicos han encontrado un cráter de 200 km de diámetro en la península de Yucatán, que coincide con la antigüedad y el tamaño predicho del asteroide.

4. *¿Qué evidencia confirmó sin lugar a dudas que un asteroide se estrelló contra la Tierra? Explica tu respuesta.*

El cráter de Chicxulub fue la prueba irrefutable. El hallazgo de un cráter que coincidía en antigüedad y tamaño con el asteroide se convirtió en la prueba directa del impacto. Todas las demás evidencias anteriores fueron indirectas.

5. *¿De qué manera la hipótesis del impacto del asteroide explica la extinción de los dinosaurios y otras especies?*

El golpe de un asteroide de 10 km habría ocasionado que toneladas de polvo y detrito volaran en la atmósfera, bloqueando el sol por muchos años. Se habría detenido la fotosíntesis con la consiguiente muerte de la vida vegetal y, con el tiempo, de los animales.

6. *Indica dos o más ejemplos del cortometraje que ilustren cómo los científicos utilizan varios tipos de evidencia y una serie de disciplinas para sacar conclusiones.*

- Un geólogo descubrió el límite K-T y observó las diferencias en las poblaciones de foraminíferos.
- Los paleontólogos analizaron e interpretaron cambios en fósiles de foraminíferos, dinosaurios y otras especies por debajo del límite, en el límite propiamente dicho y por encima de él.
- Físicos midieron los niveles de iridio en la corteza terrestre y en el límite K-T.
- Astrónomos sugirieron que una estrella supernova o un asteroide podrían ser responsables de los elevados niveles de iridio detectados en el límite K-T.
- Grupos de botánicos estuvieron a cargo de explicar los cambios en las poblaciones vegetales y la interrupción de las cadenas alimentarias.

#### AUTORES (VERSIÓN ORIGINAL EN INGLÉS)

Escrito por Mary Colvard, Cobleskill-Richmondville High School (jubilada)

Editado por Laura Bonetta, PhD, Mark Nielsen, PhD, y Eriko Clements, PhD, HHMI; Susan Dodge, asesora editorial

Revisado por Philippe Claeys, PhD, Vrije Universiteit Brussel

corregido por Linda Felaco

#### EVALUADORES

Carmen Druke, Presbyterian School; Diane Sutton, New Utrecht High School; Jake Lederman, High School for Law, Advocacy, and Community Justice; Melody Hamilton, PS171.

---

Siguiendo el rastro de la evidencia