

# VIDEOQUIZ “LA EDAD DE LA TIERRA”: RECURSO DIDÁCTICO PARA ENTENDER EL AVANCE DE LA CIENCIA EN EL TIEMPO

Susana A. Alaniz-Álvarez<sup>1\*</sup>, Ángel F. Nieto-Samaniego<sup>1</sup>, F. Hernández-Díaz<sup>1</sup>, Viridiana Y. Jiménez-Zuñiga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Blvd Juriquilla 3000, Querétaro, 76230, México.\*alaniz@geociencias.unam.mx

<sup>2</sup>Colegio Queen Mary School, Sección Preparatoria; Río Balsas 12, Alcaldía Cuauhtémoc, 06500 Ciudad de México, México.

## RESUMEN

Cuál es la edad de la Tierra ha sido una pregunta que se han hecho desde religiosos hasta científicos. Hemos tardado más de 500 años en alcanzar una edad absoluta fuera de duda. Se presenta aquí un video donde se explican seis de las hipótesis que se han planteado para tratar de calcularla, señalando los argumentos de partida y las evidencias que las han desechado. En el video se muestran experimentos para explicar los conceptos científicos en que se apoyan las distintas hipótesis. Estos conceptos que surgieron a lo largo del tiempo en distintas disciplinas científicas han permitido buscar respuestas a preguntas como la edad de la Tierra. Se presenta así el video completo, con duración de 30 minutos, listo para proyectarse en el salón; también se presentan los vínculos a seis *videoquizzes*, uno por hipótesis, donde se incorporan preguntas antes del video para atraer la atención de los estudiantes a los puntos principales y se les solicita contestarlas después de haber visto el video. También se reporta aquí el resultado de un cuestionario contestado por más de 500 estudiantes de escuelas de nivel secundaria del centro de México. Se concluye que el video puede funcionar como estrategia de enseñanza de cómo evoluciona el conocimiento científico, usando una pregunta que se ha tratado de contestar por más de quinientos años desde distintas disciplinas científicas.

**Palabras clave:** Radiactividad, edad de la Tierra, extinción de especies, transporte de calor, erosión y sedimentación.

## ABSTRACT

*The age of the Earth has been a recurrent question throughout history, from religious people to scientists. More than 500 hundred years have passed until scientists reached an absolute age of Earth without a doubt. Here we present a 30' video where six of the hypotheses that have been postulated are explained, trying to answer that important question, mentioning the assumptions and the arguments against each hypothesis. Also, in the video experiments are shown to explain the scientific concepts based on those hypotheses. These concepts have*

*been formed over time in many scientific disciplines: Geology, Biology, Physics, and Chemistry. The complete video is presented here, with a duration of 30 minutes, ready to be projected in the classroom. The links to six videoquizzes are also presented, one per hypothesis, where questions are incorporated before the video to attract the attention of the students to the main points; and they are asked to answer them after having seen the video. The results of a questionnaire answered by more than 500 students from secondary schools in central Mexico are also reported here. It is concluded that this video can function as a teaching strategy on how scientific knowledge evolves, using a question that has been tried to be answered for more than five hundred years from different scientific disciplines.*

**Keywords:** Radioactivity, age of Earth, species extinction, heat transport, erosion-sedimentation.

## INTRODUCCIÓN

Durante el 2020 y 2021, en México y en varias partes del mundo, se suspendieron las clases presenciales y la enseñanza se hizo a distancia. Durante este tiempo, numerosos recursos didácticos florecieron, en especial las plataformas educativas; además, escuelas y universidades ofrecieron clases en video. Paralelamente, los videos en Youtube permitieron la divulgación científica. Aquí se propone un video acompañado de un *quiz* (prueba rápida) en el que se unen las dos estrategias para generar un *videoquiz*. En el video de ficción “La edad de la Tierra”, con duración de 30 minutos, tres estudiantes en un campus universitario discuten los pros y contras de las distintas hipótesis que se han planteado para tratar de conocer la edad de la Tierra. Estas hipótesis se sitúan en el tiempo en que fueron propuestas usando conceptos de Biología (extinción de las especies), Geología (eras geológicas, erosión y sedimentación), Química (transmisión del calor, cristalización, disolución, mezclas y radiactividad) y Física (aceleración de la gravedad, cálculos de volúmenes), de vanguardia en ese entonces. Además, se presentan

los resultados de un cuestionario sobre el video proyectado en aulas, que fue contestado en papel por cerca de 500 estudiantes de secundaria. Se discute la comparación de respuestas de estudiantes a preguntas técnicas con las preguntas de relleno y entre las respuestas de estudiantes de los tres tipos de secundaria que hay en México (Generales, Técnicas y Telesecundarias).

## ANTECEDENTES

Con motivo del Año Internacional del Planeta Tierra (2008) se publicaron en el Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ocho fascículos de experimentos científicos que pueden ser consultados en la página web:

<https://tellus.geociencias.unam.mx/index.php/serie/>

Para el video presentado aquí se utilizó como base el fascículo “La edad de la Tierra” (Nieto-Samaniego y Alaniz-Álvarez, 2013), séptimo título de la colección. Este libro se escribió para conmemorar el centenario del libro homónimo de Arthur Holmes (Holmes, 1913).

En ambas publicaciones se describen las diversas hipótesis que se han planteado para conocer la edad de la Tierra, desde la basada en la Biblia (propuesta por James Ussher, 1581-1656), pasando por las que se basan en la acumulación de sedimentos (Leonardo Da Vinci 1452-1519), la extinción de las especies (Charles Lyell 1797-1875-Charles Darwin 1809-1882), la salinidad del mar (John Joly 1857-1933, el agua del mar originalmente estaba sin sales, erosión) y el enfriamiento de la Tierra (Lord Kelvin 1824-1907, la Tierra originalmente estaba incandescente), terminando con la propuesta basada en fechamientos isotópicos (Ernest Rutherford, 1871-1937, con elementos radiactivos a tasas de desintegración constantes) y la edad obtenida con el meteorito Allende en 1969 (Fireman *et al.*, 1970; Allegre *et al.*, 1995). Estas hipótesis son una simplificación de importantes discusiones con las aportaciones científicas de su época (Holmes, 1913).

Como parte de las celebraciones del centenario del libro “La edad de la Tierra” de Arthur Holmes (Holmes, 1913), el fascículo “La edad de la Tierra” (Nieto-Samaniego y Alaniz-Álvarez, 2013) sirvió como base de un video financiado por la Academia Mexicana de Ciencias, la Coordinación de la Investigación Científica y la Dirección General de Apoyo a la Docencia, las dos últimas de la UNAM. Este video fue subido al canal de Youtube del Centro de Geociencias:

<https://youtu.be/PuqClnfWjyg>

## EL VIDEO USADO COMO RECURSO DIDÁCTICO EN SECUNDARIAS

La educación secundaria en México representa el tercer nivel de la Educación Básica. Consta de tres modalidades: General, Técnica y Telesecundaria, que en esencia tienen el mismo programa de materias (SEP, 2017). En la General y Técnica, cada grupo tiene varios profesores, uno por materia, mientras que en la Telesecundaria hay sólo uno o dos profesores por grupo. La Secundaria Técnica se distingue por ofrecer talleres; dependiendo de la zona pueden ser del área agropecuaria, industrial o de servicios administrativos de apoyo para la producción. En la modalidad técnica se ofrecen

una gama de 21 actividades tecnológicas y su carga de trabajo es de entre 8 y 12 horas diarias. Por otro lado, en la Telesecundaria las clases se imparten, casi exclusivamente, a través de medios electrónicos (televisión, señal satelital, videos).

Durante el cese de clases presenciales por la pandemia, la Secretaría de Educación Pública (SEP) se basó en el modelo de las telesecundarias para implementar el modelo educativo virtual.

El video “La edad de la Tierra” se proyectó en junio de 2019, unos meses antes del cierre escolar por la pandemia, en los tres tipos de secundaria. Con los resultados de los cuestionarios por los estudiantes, contestados el mismo día y una semana después, de los tres tipos de secundarias, podremos comparar si el uso de videos en horas de clase funciona igual para todos.

## METODOLOGÍA

Para utilizarlo como recurso educativo, en una primera etapa, este video se dividió en seis cápsulas y se proyectó durante el horario de clases en escuelas de nivel secundaria, previa autorización del director de cada escuela. Se solicitó a cada estudiante que contestara un cuestionario en papel que fue leído previo a proyectar cada cápsula y contestado por los estudiantes al término de su proyección.

Para una segunda etapa, y para formalizarlo como recurso educativo virtual, se hizo a manera de *videoquiz* con la herramienta digital *Genially*. De acuerdo con el diseño de la primera etapa, las preguntas correspondientes a cada hipótesis aparecen al inicio de cada cápsula y los estudiantes la contestan en el programa al final de la proyección de cada una. Las preguntas del *quiz* se obtuvieron y fueron avaladas por el ejercicio que se describirá posteriormente. Así, la clase virtual consiste en seis *videoquizzes*, donde el docente del grupo puede intervenir y comentar entre las cápsulas los distintos conceptos que se explican y que pueden estar relacionados con los temas ofrecidos en su grado escolar. Se hizo de esta manera ya que se ha documentado que los videos actúan como una forma pasiva de aprendizaje, pero al combinarlo con un *quiz* el estudiante vincula la información con su autoevaluación del aprendizaje (Jimenez-Zúñiga, 2022).

Se reportan aquí únicamente los resultados de la primera etapa. El video “La edad de la Tierra” fue proyectado en salones de 1.°, 2.° y 3.° grado de secundaria de los estados de Querétaro y Guanajuato, México. A cada estudiante se le entregó al inicio de la clase una hoja con un cuestionario dividido en 6 partes (*Anexo 1*), cada parte con 6 o 7 preguntas. El video se proyectó dividido en seis cápsulas, una por hipótesis. Antes de cada cápsula el instructor leyó las preguntas correspondientes. Después de ver la cápsula los estudiantes contestaron el cuestionario. Para presionar a que pusieran atención, se les advirtió que al final sus compañeros calificarían sus cuestionarios.

El cuestionario fue puesto primero como prueba piloto en varios grupos de educación secundaria, ajustando las preguntas y opciones de respuesta hasta que se logró que el análisis de fiabilidad diera un valor Alpha de Cronbach de 0.841 considerando el total de 41 ítems (*Anexo 1*). Este valor permite afirmar que el cuestionario tiene consistencia interna y puede predecir su repetibilidad. El cuestionario corregido fue el utilizado en los grupos que se menciona adelante.

### Muestra

Para el estudio que se presenta aquí participaron 584 estudiantes de cinco escuelas secundarias: dos de Telesecundaria (137 estudiantes),

dos de Secundarias Generales (344 estudiantes), y de una Secundaria Técnica (103 estudiantes); 270 estudiantes son de primer grado, 199 de segundo y 115 de tercer grado.

### Comparación de medias

Los cuestionarios se calificaron inmediatamente después de ver las seis cápsulas del video (A) y después de entre cuatro a diez días de haberlo proyectado en clase (D). Se calculó el promedio que se obtuvo en cada tipo de secundaria y se separaron las preguntas de relleno (col) de las técnicas (tec).

En la Tabla 1 se presenta el porcentaje de respuestas correctas de las 3 modalidades educativas. En las preguntas de relleno del día de la proyección del video (AcolProm), se ve que en todas se obtiene más del 80 % de aprobación, destacando la Telesecundaria como se esperaba. En los resultados obtenidos días después de ver el video (DcolProm), se ve una disminución en el porcentaje de aprobación, manteniéndose con mayor porcentaje los obtenidos en la Telesecundaria (Figura 1).

Para las preguntas técnicas del día de la proyección del video (AtecProm), se obtiene en la Secundaria Técnica más del 60 % de aprobación, mientras que en la Secundaria General y la Telesecundaria se obtiene más del 70 % de aprobación, destacando como se esperaba la Telesecundaria con un 4.5 % más. Con los resultados de porcentaje obtenidos días después de ver el video, se puede ver un cambio: la Secundaria General obtuvo el mayor porcentaje, seguida de la Telesecundaria y con el menor porcentaje la Secundaria Técnica (Figura 2).

El promedio más bajo en todas las categorías lo obtuvieron los estudiantes de la Secundaria Técnica, tanto en el día de la proyección como días después de ver el video.

	Sec. General	Sec. Técnica	Telesecundaria
AcolProm	86.3 %	82.7 %	88.6 %
AtecProm	70.8 %	66.4 %	75.3 %
DcolProm	72 %	66.7 %	79.1 %
DtecProm	65 %	55.3 %	63.5 %
Días después de ver el video	4 y 5 días	6 días	7 y 10 días

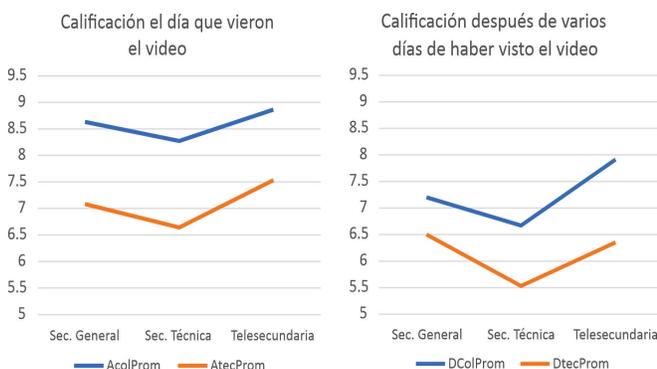


Figura 1. Calificación de dos tipos de preguntas (con base en el porcentaje de respuestas correctas) de las preguntas técnicas (tec) y las de relleno (col), durante el día de proyección del video (A) y después de varios días (entre 4 y 10) de haber visto el video.

### Análisis estadístico ANOVA

Para evaluar si las diferencias son significativas entre los tres tipos de secundaria se utilizó ANOVA de una vía. Se eligió el grupo de datos de las respuestas de preguntas técnicas varios días después de haber visto el video, porque es el único grupo que cumple con los criterios de normalidad.

El análisis ANOVA mostró que los estudiantes de la Secundaria Técnica tienen menor retención del contenido técnico que los de la Secundaria General y los de Telesecundaria. Se identificó el efecto del tipo de secundaria sobre la calificación del cuestionario con una  $F_{2, 466} = 8.034$ ,  $p < .001$ . Los análisis post hoc, con base en Bonferroni mostraron que los estudiantes de las Secundarias Técnicas tuvieron calificaciones significativamente más bajas que los de las Secundarias Generales ( $p > .001$ ) con un intervalo de confianza de 95 % [38, 1.542], y más bajas también que los estudiantes de las Telesecundarias ( $p < .01$ ) con un intervalo de confianza de 95 % [0.1503, 1.4972].

La prueba de normalidad se hizo con el método Z de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de las varianzas se probó con el estadístico de Levene, dando un valor de .510 y  $p = .601$ , apoyando la hipótesis nula. Esto quiere decir que las únicas diferencias significativas son de la Secundaria Técnica con la Secundaria General y con la Telesecundaria.

### VIDEOQUIZ

A partir de esta experiencia se procedió a llevar este recurso a una segunda etapa, separar en seis cápsulas e incorporar las preguntas a cada una. Así se generaron los siguientes seis *videoquizzes*, cada uno con una de las seis hipótesis sobre el cálculo de la edad de la Tierra discutidas en el video. Se diseñaron con la herramienta digital de *Genially* para que puedan ser compartidos y ser aplicados como estrategia de enseñanza-aprendizaje dentro de las aulas de educación de primaria alta (4.°, 5.° y 6.° grado), de educación secundaria, así como de la educación de nivel medio superior.

**Hipótesis 1.** La edad de la Tierra se puede obtener con los descendientes de Adán.

**Hipótesis 2.** La edad de la Tierra se puede obtener del registro fósil.

**Hipótesis 3.** La edad de la Tierra se puede obtener con la salinidad del mar.

**Hipótesis 4.** La edad de la Tierra se puede obtener con el registro geológico.

**Hipótesis 5.** La edad de la Tierra se puede obtener calculando el enfriamiento de la Tierra.

**Hipótesis 6.** La edad de la Tierra se puede obtener con la desintegración radiactiva.

### RECOMENDACIONES

- El video "La edad de la Tierra" puede proyectarse en clase desde primaria alta hasta la licenciatura, ya sea completo o en cápsulas.
- Puede usarse con o sin el cuestionario.
- Puede compartir los enlaces de los *videoquizzes* para que el estudiante los resuelva de manera sincrónica o asincrónica.
- El docente puede usarlo como complemento de los temas tratados en el video para contextualizar algún concepto en un marco científico que abarque un tema global.
- Se recomienda en las materias y temas siguientes:

- Física: aceleración de la gravedad, cálculo de salinidad de los mares.
- Geología: sedimentación, erosión, eras geológicas.
- Biología: extinción de las especies.
- Química: transmisión del calor, cristalización, disolución, mezclas, radiactividad, fechamiento isotópico.

Se concluye que el video puede ser usado con propósitos educativos, ya que muestra el avance de la ciencia con el tiempo: de un cálculo inicial de la edad de la Tierra, de 5994 años, hasta el ahora calculado y aceptado de 4567 millones de años.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo queremos agradecer a las autoridades y estudiantes de las siguientes escuelas secundarias: Bicentenario de la Independencia (11DES0106P), Centenario del Ejército Mexicano (11DES0119T), Secundaria Técnica No. 19 (11DST0049G), Telesecundaria No. 71 (11ETV0398Z), ubicadas en San José Iturbide, Gto., y Andres Balvanera (22DTV0079U), ubicada en Juriquilla, Querétaro. Además, queremos agradecer a la Lic. Angélica María Hernández Ramírez y a Lluvia Huerta Landaverde de la Secretaría de Educación de Guanajuato por su constante apoyo en la implementación de talleres de ciencia para escuelas públicas de ese estado, y a Juan Carlos Mesino Hernández, a Janet Sánchez Sánchez y a Arturo Eruviel Hernández Tirado quienes ayudaron en las primeras experiencias de poner videos y capturar respuestas en grupos de adolescentes.

## REFERENCIAS

- Allegre, C. J., Manhès, G., y Göpel, C. (1995). The age of the Earth. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59(8), 1445-1456.
- Fireman, E.L., DeFelice, J., y Norton, E. (1970). Ages of the Allende meteorite. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 34(8), 873-881.
- Holmes, A. (1913). *La edad de la Tierra*. London: Harper & Brothers, 195 p. <https://archive.org/details/ageofearth00holmuoft/page/n9/mode/2up>.
- Nieto-Samaniego, A. F. y Alaniz-Alvarez, S.A., (2013). Experimentos simples para entender una Tierra complicada: 7: La edad de la Tierra. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Geociencias, 40p. ISBN 978-607-02-4115-4. [https://tellus.geociencias.unam.mx/wp-content/uploads/2020/01/libro7\\_edad\\_tierra.pdf](https://tellus.geociencias.unam.mx/wp-content/uploads/2020/01/libro7_edad_tierra.pdf)
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2017). *Aprendizajes clave para la educación integral*. [https://www.planypogramasdestudio.sep.gob.mx/descargables/APRENDIZAJES\\_CLAVE\\_PARA\\_LA\\_EDUCACION\\_INTEGRAL.pdf](https://www.planypogramasdestudio.sep.gob.mx/descargables/APRENDIZAJES_CLAVE_PARA_LA_EDUCACION_INTEGRAL.pdf)

Manuscrito recibido: 18 de octubre de 2022

Manuscrito corregido-recibido: 18 de noviembre de 2022

Manuscrito aceptado: 29 de noviembre de 2022