



# Concepciones de estudiantes de instituto y universidad sobre el tiempo geológico

## High school and university students' conceptions about geological time

DOI: 10.7203/DCES.44.26276

**Diego Corrochano Fernández**

Universidad de Salamanca, dcf@usal.es

ORCID iD: [0000-0002-6085-9744](https://orcid.org/0000-0002-6085-9744)

**Alejandro Gómez-Gonçalves**

Universidad de Salamanca, algomez@usal.es

ORCID iD: [0000-0002-4988-4623](https://orcid.org/0000-0002-4988-4623)

**Miguel Ángel Fuertes Prieto**

Universidad de Salamanca, fuertes@usal.es

ORCID iD: [0000-0002-6914-6871](https://orcid.org/0000-0002-6914-6871)

**Anne-Marie Ballegeer**

Universidad de Salamanca, amballegeer@usal.es

ORCID iD: [0000-0001-6296-1868](https://orcid.org/0000-0001-6296-1868)

**Sara Pampín García**

IES José Jiménez Lozano,

spampin@educa.jcyl.es

**José María Chamoso Sánchez**

Universidad de Salamanca, jchamoso@usal.es

ORCID iD: [0000-0002-4943-465](https://orcid.org/0000-0002-4943-465)

**RESUMEN:** Se analizan las concepciones de estudiantes de 4º de la ESO y del 1er y 2º curso de universidad sobre el tiempo geológico. Se utilizaron como instrumentos de análisis una línea temporal de la historia de la Tierra y un cuestionario de preguntas cerradas sobre la frecuencia y duración de procesos del modelado del relieve. Los resultados indicaron que el alumnado presentó serias dificultades para trabajar con escalas y edades absolutas, y se observaron contradicciones entre los valores en las líneas y los valores absolutos de cada evento. Los eventos que resultaron más problemáticos para situarlos en las líneas temporales fueron aquellos más modernos y que involucran lapsos de tiempo más reducidos. La duración y frecuencia de los procesos de formación del relieve más problemáticos fueron aquellos relacionados con procesos internos que conllevan lapsos de tiempo más elevados. Esto abre algunas posibilidades para facilitar el aprendizaje de estos aspectos.

**PALABRAS CLAVE:** concepciones alternativas, enseñanza de la Geología, enseñanza de las ciencias de la Tierra, tiempo profundo

**ABSTRACT:** This paper analyses the conceptions about the geological time of students in the 4th year of ESO and 1st and 2nd years of university. A timeline of the Earth's history and a questionnaire composed of closed-ended questions about the frequency and duration of processes related to landscape modelling were used as research instruments. The results indicated that the students had serious difficulties when working with scales and absolute ages, and contradictions were observed between the values assigned on the timelines and the absolute values given to each event. The most problematic events to be placed on the timelines were those that were more recent and those that involved shorter time spans. In the case of landform processes, internal processes involving longer time spans were the most problematic. This opens up some possibilities to facilitate learning about these aspects.

**KEYWORDS:** misconceptions, Geology education, Earth Sciences education, deep time

**Fecha de recepción:** marzo de 2023

**Fecha de aceptación:** junio de 2023

Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto MODELGEO-CEI (2019/00393/001 USAL).

## 1. INTRODUCCIÓN

Un aspecto fundamental en la enseñanza de las ciencias es comprender que el alumnado llega al aula con unas ideas y conocimientos de cómo funciona el mundo que le rodea y que las utiliza para aprender nuevos conceptos científicos. Estas ideas o concepciones pueden estar parcial o totalmente de acuerdo con lo que se va a enseñar (concepciones científicas), pero también es probable que difieran de las explicaciones científicas y condicionen el nuevo aprendizaje (concepciones alternativas), ya que implican suposiciones personales e intuitivas sobre cómo ocurren las cosas. Por tanto, es imprescindible que los profesores consideren este aspecto a la hora de planificar y desarrollar su docencia. Pero es bien sabido que el mero conocimiento de todas estas concepciones no basta por sí mismo para que un profesor afronte con éxito una clase. Hay que seleccionar y organizar lo que se va a enseñar, estableciendo los múltiples caminos que existen para alcanzar y entender la noción o concepto, y anticiparse a los diferentes problemas que puedan surgir a lo largo de una clase para facilitar el cambio conceptual en la estructura cognitiva del alumnado, modificando las concepciones alternativas y fortaleciendo las científicas (De Vecchi y Giordan, 2006; Driver, 1989).

La investigación sobre las concepciones o ideas de estudiantes en el ámbito de las ciencias de la Tierra es relativamente escasa, especialmente en comparación con otras ramas de las ciencias naturales (Cheek, 2010; Dove, 1998). Guffey y Slater (2020) argumentaron, desde posiciones constructivistas, que sigue siendo necesario ampliar nuestro conocimiento sobre estas para afrontar con éxito el proceso de enseñanza y aprendizaje. Durante la última década, se han desarrollado algunos estudios para comprender las concepciones de los estudiantes, los modelos mentales y la comprensión conceptual de varios aspectos de las ciencias de la Tierra, como el efecto invernadero y el cambio climático (García-Rodeja y Lima de Oliveira, 2012; Varela et al., 2020); los efectos sísmicos (Moutinho et al. 2016), los ciclones, el tiempo y el clima (Lane y Coutts, 2012), el suelo (Fernández et al., 2017), el relieve y las formas del terreno (Corrochano y Gómez-Gonçalves, 2019; Sexton, 2012), las mareas (Corrochano et al., 2017), la tectónica de placas (Mills et al., 2017) o el tiempo geológico (Corrochano y Gómez-Gonçalves, 2020; Gómez-Gonçalves et al., 2020a; Libarkin et al. 2007; Trend 2000, 2001a, 2001b), entre otros.

La geología en concreto, y las ciencias de la Tierra en general, son fundamentales en la educación científica básica, ya que preparan a la ciudadanía para tomar decisiones y actuar de manera formada e informada en una sociedad con múltiples desafíos económicos, socioambientales y culturales (Cervato y Frodeman, 2012). Pero para comprender y actuar de manera responsable ante estos problemas, es necesario conocer la escala temporal en la que ocurren. En este sentido, el concepto de tiempo geológico cobra una importancia fundamental en su contextualización y en el conocimiento de la historia de la Tierra y de los distintos eventos que se han sucedido a lo largo del tiempo. Así, por ejemplo, el tiempo geológico es uno de los conocimientos necesarios para comprender de manera adecuada la influencia antrópica en el cambio climático actual (Lombardi y Sinatra, 2012), las teorías evolutivas (Catley y Novick, 2009; Cotner et al., 2010; Jaimes et al., 2020), el paradigma de la geología moderna como es la teoría de la Tectónica de Placas (Gobert, 2005). De hecho, este modelo dinámico de cambio geológico a lo largo de una línea temporal continua está presente de manera transversal en todas las ideas clave para la alfabetización en las ciencias de la Tierra (Pedrinaci et al., 2013).

El tiempo geológico, desde una perspectiva cronológica, se define como el tiempo transcurrido desde la formación de la Tierra y del Sistema Solar y, por lo tanto, constituye únicamente una parte del tiempo cósmico. Es decir, es el último tercio del tiempo que se inició hace trece mil ochocientos millones de años con la gran explosión o *Big Bang*. Según Sequeiros et al. (1996), el tiempo como magnitud es una abstracción, “no tiene cosas dentro”, pero el tiempo geológico sí que engloba e implica procesos, acontecimientos, sucesiones e historia.

Desde el punto de vista educativo, el tiempo geológico es, probablemente, uno de los contenidos formativos de la geología que más dificultades presenta en los niveles obligatorios. Además, el

manejo de órdenes de magnitud que incluyen miles de millones de años contrasta con otros valores temporales que se suelen manejar en la educación obligatoria y que suelen estar vinculados con la historia de la Humanidad, como se especificará más adelante. Por lo tanto, es fundamental reforzar el concepto de tiempo geológico debido a que, al trabajar con concepciones complejas, el alumnado tiende a simplificar la realidad y a fomentar el surgimiento de errores conceptuales durante el aprendizaje (Bonito et al., 2011). Por este motivo es necesario prestar especial atención a las concepciones que tienen los estudiantes sobre el tiempo geológico, ya que influyen en cómo entienden la evolución de nuestro planeta y de la vida.

Este trabajo trata de profundizar en el conocimiento sobre las concepciones que tienen un grupo de estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (4º de ESO) y universidad (1º del grado en Geología y 2º de los grados en Maestro en Educación Primaria y en Educación Infantil) sobre el tiempo geológico, analizando el ordenamiento relativo de una serie de eventos, así como sus edades absolutas, la edad de nuestro planeta y la duración y frecuencia de una serie de procesos relacionados con la configuración del relieve.

### **1.1. La enseñanza y aprendizaje del tiempo geológico**

En un intento de comprender cómo mejorar la percepción y el proceso de enseñanza y aprendizaje del tiempo geológico, muchos trabajos publicados se han centrado en detectar las concepciones que presentan estudiantes de diferentes contextos ordenando una serie de eventos clave o analizando la duración de diferentes procesos (ver por ejemplo Catley y Novick, 2009; Corrochano y Gómez-Gonçalves, 2020; Czajka y McConnell, 2018; Delgado, 2013; Dodick, 2007; Dodick y Orion, 2003; Gómez-Gonçalves et al., 2020a; Hidalgo et al., 2004; Johnson et al. 2014; Jolley et al., 2013; Libarkin et al., 2007; Schoon, 1992; Teed y Slattery, 2011; Trend 2000, 2001a, 2001b). De estos trabajos se desprenden dos aspectos fundamentales: algunos estudiantes a) ordenan e identifican erróneamente los eventos clave ocurridos a lo largo de la historia geológica y biológica, combinando y solapando algunos de ellos; y b) no suelen relacionar el tiempo geológico transcurrido con órdenes de magnitud adecuados.

Además de estos aspectos y de las dificultades intrínsecas del concepto de tiempo como entidad abstracta y relativa, la construcción del modelo de tiempo geológico presenta otras dos dificultades fundamentales. La primera se relaciona con su enorme magnitud, tan inmensa que se escapa a nuestra comprensión y que, desde luego, no puede medirse con nuestros relojes o calendarios habituales. La segunda dificultad está relacionada con la capacidad de poder concebir procesos que ocurren lentamente, que requieren periodos de observación muy largos y que, por lo tanto, exceden a cualquier experiencia en la vida humana. Teniendo en cuenta esto, Cheek (2013) sostuvo que, para que una persona comprenda realmente el tiempo geológico, es más importante una adecuada percepción de la duración de los procesos que la propia sucesión temporal de los acontecimientos. Por consiguiente, es un aspecto que se debe tener en cuenta en la planificación de la docencia y es donde deberían centrarse mayoritariamente todos los esfuerzos en este campo de investigación (Cheek, 2012; Dodick y Orion, 2006). A pesar de las investigaciones publicadas en las dos últimas décadas, todavía es necesario ampliar nuestros conocimientos sobre cómo y cuándo los estudiantes aprenden conceptos relacionados con el tiempo geológico relativo y absoluto. En vista de ello, parece razonable creer que la mera secuenciación de acontecimientos o el estudio de la tabla cronoestratigráfica no proporciona una comprensión plena, a menos que se enseñe de manera reflexiva y razonada junto con la cronología absoluta y una noción aproximada de la duración de los procesos geológicos involucrados. La conciencia de tales dificultades es un paso clave para el diseño de propuestas de enseñanza bien fundamentadas que favorezcan el aprendizaje.

## 1.2. El tiempo geológico en el sistema educativo español

Con la actual ley educativa en España (LOMLOE), y en concreto, en la comunidad autónoma donde se ha llevado a cabo esta investigación (Castilla y León), la medición del tiempo en sus diversas variantes comienza a ser trabajada desde la Educación Infantil a través de diferentes modelos científicos muy simples. En esta etapa, dentro del área de “Descubrimiento y exploración del entorno”, el currículo oficial hace referencia a las nociones temporales básicas desde el primer ciclo de la Educación Infantil, profundizando sobre el tema a lo largo de toda la etapa. En este contexto, el tiempo geológico suele ser abordado desde el centro de interés que suponen los dinosaurios para los más pequeños. Posteriormente, en Educación Primaria, la medida del tiempo aparece estrechamente vinculada con el Área Curricular de las Ciencias Sociales: en los primeros cursos está asociada con acontecimientos históricos y ya en el quinto curso (10-11 años de edad), dentro de los contenidos de “C. Sociedades y territorios”, aparece el futuro de la Tierra y del universo, analizando algunos fenómenos físicos que tienen repercusión en la vida de los seres humanos, así como contenidos sobre el cambio y la emergencia climática.

El problema de la inmensidad temporal (*deep time*) y el propio concepto de tiempo geológico, se empiezan a trabajar en el aula de una manera indirecta en 1º de ESO (12-13 años de edad), cuando se analiza en la asignatura troncal obligatoria de Biología y Geología, a través del bloque B “Geosfera”, la composición terrestre, las rocas y minerales. Pero el tiempo geológico no se trabaja como contenido curricular específico hasta 4º de ESO (15-16 años de edad), dentro de la asignatura optativa Biología y Geología. Es en ese curso, dentro del bloque E “La Tierra en el universo”, donde se analizan las teorías más relevantes sobre el origen del universo y la Tierra, incluyendo, dentro de los contenidos de dicha asignatura, las hipótesis sobre el origen y la edad del universo.

Será ya en Bachillerato cuando se profundice más en el concepto de tiempo geológico, a través de varias asignaturas troncales y específicas de la modalidad de ciencias. De este modo, en la materia de Biología, Geología y Ciencias Ambientales se incluyen contenidos, en el bloque C, sobre la historia de la Tierra y la vida, en los que se trabaja sobre la Tierra y los seres vivos desde su origen y la magnitud del tiempo geológico. También se trabajan contenidos estrechamente relacionados con el tiempo geológico en otras asignaturas de segundo curso. Por ejemplo, en la asignatura de Geología y Ciencias Ambientales de segundo de Bachillerato, el tiempo geológico es un tema central, que se trabaja a lo largo de toda la asignatura, mientras que en otras como Física o Química se incluyen contenidos estrechamente vinculados con este concepto, y en otras materias específicas como Ciencias Generales o Cultura Científica, el concepto de tiempo geológico es también una cuestión fundamental.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Muestra

El muestreo fue de tipo no probabilístico por conveniencia. En este estudio participaron 285 estudiantes de diferentes niveles educativos: 138 de 4º curso de la ESO de un instituto público de Valladolid y 147 de una universidad pública de la comunidad autónoma de Castilla y León, 14 del 1º curso del grado en Geología y 133 del 2º curso de los grados en Maestro en Educación Primaria y Maestro en Educación Infantil (Tabla 1).

Los datos se recogieron durante los primeros días de clase del curso, de manera anónima y voluntaria; por lo tanto, los resultados en la ESO representan los conocimientos adquiridos hasta 3º de la ESO y en el caso universitario, representan los conocimientos preuniversitarios de los estudiantes sobre el tema (en los grados de maestro muestreados las asignaturas relacionadas con la didáctica de las ciencias experimentales y sociales comienzan a impartirse en segundo curso). De esta manera, hay que tener en cuenta, por ejemplo, que mucho del alumnado de magisterio nunca había

estudiado curricularmente este contenido, mientras que se presupone que los alumnos del Grado en Geología sí que cursaron asignaturas optativas durante Secundaria y Bachillerato donde sí se contempla y evalúa el concepto.

**TABLA 1.** Datos sociodemográficos de los estudiantes participantes en el estudio.

Alumnado/contexto educativo	n	Edad (años)	Género	Bachillerato cursado
Todo	285	17,7 (15-37)	M= 37% F= 63%	-
4º ESO (Biología y Geología)	138	15,2 (15-16)	M= 50% F= 50%	-
Geología (1º curso)	14	20,0 (18-30)	M= 50% F= 50%	Ciencias= 100%
Magisterio (2º curso)	133	19,9 (18-37)	M= 25% F= 75%	Ciencias= 28% CCSS y humanidades= 68% Artes= 3% Otros= 1%

\* Edad media en años (rango). M= masculino; F= femenino.

Fuente: elaboración propia.

## 2.2. Instrumentos

Para analizar las concepciones del alumnado sobre el tiempo geológico relativo y absoluto, se utilizaron los cuestionarios propuestos por Corrochano y Gómez-Gonçalves (2020) y Gómez-Gonçalves et al. (2020a) (Anexo).

El primero de los cuestionarios estaba formado a su vez por dos partes. La primera consistía en la elaboración de una línea temporal de la historia de la Tierra de 25 cm de longitud, en la que había que colocar siete eventos clave desde la formación del planeta hasta la actualidad; por lo tanto, recogía información sobre las concepciones del alumnado en torno al tiempo geológico relativo. Los eventos utilizados eran acontecimientos importantes, tanto en la evolución geológica del planeta como en la evolución biológica, que se seleccionaron de trabajos anteriores que habían utilizado líneas de tiempo o ejercicios de secuenciación de acontecimientos como herramientas de recogida de información para analizar diversos aspectos sobre el tiempo geológico (Czajka & McConnell, 2018; Libarkin et al., 2007; Trend, 2000, 2001a, 2001b). Estos eventos eran, en el orden en el que se presentaron a al alumnado: a) roca más antigua; b) inicio de la última glaciación; c) aparición del hombre (homínidos); d) aparición de los dinosaurios; e) final de la última glaciación; f) extinción de los dinosaurios; y g) origen de la vida. La segunda parte consistía en dos preguntas, ambas relacionadas con las edades absolutas de la formación de la Tierra, los acontecimientos y su duración. Una era abierta y preguntaba sobre la edad aproximada de nuestro planeta y la otra, era cerrada, y pedía a los y las estudiantes que adjudicaran un rango de valor de tiempo absoluto, fijado previamente, a cada uno de los eventos de la línea temporal, es decir, el alumnado pudo contar en todo momento con un marco temporal adecuado para abordar la tarea. Los rangos de valores dados eran nueve y aumentaban logarítmicamente, oscilando desde la opción de menos de 100 años hasta la opción de entre 1.000 ma y 10.000 ma (Anexo). Siguiendo las recomendaciones de Álvarez (2017), las edades absolutas se introdujeron en el cuestionario con todos los ceros para que los alumnos y las alumnas fueran plenamente conscientes de las edades con las que trabajaban. Además, como apoyo para realizar la tarea, el cuestionario incorporaba como ejemplo una línea temporal en la que se mostraba la vida de una mujer de 68 años y los principales acontecimientos que le habían sucedido.

El segundo instrumento de recogida de información consistió en el cuestionario de preguntas cerradas propuesto en Gómez-Gonçalves et al. (2020), adaptado originalmente del *Geoscience Concept Inventory* (Libarkin y Anderson, 2006). Estaba formado por diez preguntas cerradas que

consistían en afirmaciones relacionadas con la frecuencia y duración de los procesos implicados en la modelización del paisaje físico y el relieve. Analizaban, por tanto, dos conceptos diferentes, paisaje y tiempo geológico, pero estrechamente relacionados, ya que para entender el primero de ellos es necesario dominar mínimamente el concepto de tiempo geológico y las magnitudes de tiempo que este conlleva. Las preguntas del cuestionario estaban organizadas en dos grandes grupos: uno relacionado con procesos actuales de modelado del relieve y otro con el relieve y los paisajes a lo largo de la historia de la Tierra (estos últimos implican mayoritariamente procesos internos). Seis de las preguntas se basaban en conceptos conocidos por todo el alumnado (por ejemplo, la formación y erosión de montañas o la formación de un valle fluvial) y las otras cuatro exploraban conceptos básicos relacionados con la evolución del paisaje a lo largo de la historia del planeta (por ejemplo, el número de veces que se han formado supercontinentes a lo largo del tiempo).

### 2.3. Procedimiento y análisis de datos

La investigación sigue un enfoque de tipo mixto, manejando datos de edades absolutas, posicionamiento relativo de eventos, explicaciones de las respuestas por parte del estudiantado y datos de frecuencias y duración de procesos. Para analizar el impacto que tienen los diferentes itinerarios formativos en las concepciones del alumnado, los datos se presentan diferenciando su contexto educativo.

Cada grupo de estudiantes completó los cuestionarios en su aula habitual y en el horario lectivo, con papel y lápiz, y sin límite de tiempo. Siguiendo la metodología propuesta por Libarkin et al. (2007), las líneas temporales del primer cuestionario se transformaron a escalas ordinales donde “El origen de la Tierra”= 0 y la “Actualidad”= 100, analizándose el ordenamiento relativo de eventos. Respecto al tratamiento de los datos de edad absoluta: 1) se definieron tres categorías de comprensión conceptual referidas a las concepciones de los alumnos sobre la edad de la Tierra: a) elevada (edad comprendida entre 4.000-5.000 ma), b) moderada (entre 1.000-3.999 ma y 5.001-10.000 ma) y c) baja (cualquier otra respuesta o sin respuesta); y 2) se analizaron los rangos otorgados para cada evento mediante frecuencias y porcentajes. Respecto al análisis del segundo cuestionario, las preguntas se analizaron de manera independiente prestando especial atención a las diferentes opciones elegidas por los estudiantes. Para ello se utilizó el análisis propuesto por Gómez-Gonçalves et al. (2020), que consiste en la codificación cuantitativa de las respuestas asignando dos puntos a las correctas (valores admitidos por la comunidad científica), un punto a las aceptables (erróneas, pero no muy alejadas de los valores científicamente aceptados) y cero a las incorrectas (valores muy alejados de los admitidos por la comunidad científica). De esta manera, la puntuación máxima en el cuestionario era de 20 puntos y la mínima de 0.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Ordenamiento relativo de eventos

Los resultados del análisis de las respuestas del alumnado se organizaron atendiendo al ordenamiento relativo de eventos. Las líneas temporales elaboradas por el alumnado mostraron, en términos generales, una ordenación de eventos clave en la historia de la Tierra y de la vida bastante acorde con el conocimiento científico actual (Tabla 2). A pesar de esto, la mayor parte colocó los eventos y sus respectivas edades absolutas sin tener en cuenta la escala de la representación gráfica, distorsionando por tanto las edades absolutas que representa. Hay que resaltar que muy pocas personas (8,7% de la muestra total) ordenaron de manera adecuada los siete eventos y, solo la mitad (52,8%), colocó en el orden correcto los dos eventos más antiguos, la roca más antigua y el origen de la vida. En concreto, un número considerable de estudiantes (18%) indicó que la roca más antigua era algo relativamente moderno (la colocaron en las cuatro últimas posiciones), algo que puede

indicar el desconocimiento de que, prácticamente la totalidad de las cosas que conocemos sobre la historia de nuestro planeta y sobre la evolución de la vida, las sabemos porque están recogidas en el registro rocoso. A pesar de esto, de media, el alumnado indicó que el evento más temprano correspondía a la roca más antigua y el más reciente a la aparición del hombre (Tabla 3). Los eventos cuya colocación en la línea temporal resultaron más problemáticos fueron el inicio y el final de la última glaciación y la aparición del hombre, es decir, los más modernos (Tabla 3). Además, muchos estudiantes los emplazaron en la parte inicial de la línea temporal y los espaciaron mucho, es decir, les adjudicaron una duración muy elevada (del orden de miles de millones de años), y muy pocos reconocieron que la última glaciación es posterior a la aparición del hombre (Tabla 3). En otras palabras, parece que no eran conscientes que el ser humano hubiese pasado por periodos aún más fríos que el que estamos viviendo y que carecen de un contexto adecuado en el que enmarcar el cambio climático actual.

Analizando los diferentes contextos educativos, se observa, como era de esperar, que el alumnado universitario del primer curso del grado en Geología obtuvo mejores resultados en todos los aspectos analizados. Sin embargo, es llamativo, y preocupante, el escaso nivel de acierto que tuvo el estudiantado de los grados de Maestro que participaron en el estudio, donde únicamente un 3% fue capaz de colocar la secuencia correcta al completo, frente por ejemplo al 9,6% de la muestra de 4º de la ESO.

**TABLA 2.** Secuencia correcta de diferentes eventos.

Secuencias	Todos		4º ESO		Geología		Magisterio	
	%	F	%	F	%	F	%	F
Secuencia correcta roca más antigua y origen de la vida	52,8	140	56,0	70	71,4	10	47,6	60
Secuencia correcta roca más antigua, origen de la vida y aparición de los dinosaurios	48,7	129	52,8	66	57,1	8	20,8	55
Secuencia correcta roca más antigua, origen de la vida, aparición de los dinosaurios y extinción de los dinosaurios	24,5	65	27,2	34	42,9	6	9,4	25
Secuencia correcta roca más antigua, origen de la vida, aparición de los dinosaurios, extinción de los dinosaurios y aparición del hombre (homínidos)	8,7	23	9,6	12	21,4	3	3,0	8
Secuencia correcta total	8,7	23	9,6	12	21,4	3	3,0	8

Fuente: elaboración propia.

**TABLA 3.** Orden de los diferentes eventos estudio.

Evento	Consenso científico	Todos		4º ESO		Geología		Magisterio	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Final de la última glaciación	7	5,7	1,3	5,7	1,2	6,3	1,1	5,7	1,4
Inicio de la última glaciación	6	4,1	1,3	4,1	1,3	5,1	0,9	4,0	1,4
Aparición del hombre	5	6,1	1,2	6,3	0,9	6,0	1,0	5,9	1,4
Extinción de los dinosaurios	4	4,8	1,1	4,8	1,0	4,4	0,7	4,8	1,1
Aparición de los dinosaurios	3	3,1	0,9	3,1	0,8	3,1	0,7	3,1	1,0
Origen de la vida	2	2,1	1,2	1,9	0,9	1,7	0,5	2,4	1,5
Roca más antigua	1	1,8	1,6	1,9	1,8	1,4	0,6	1,8	1,5

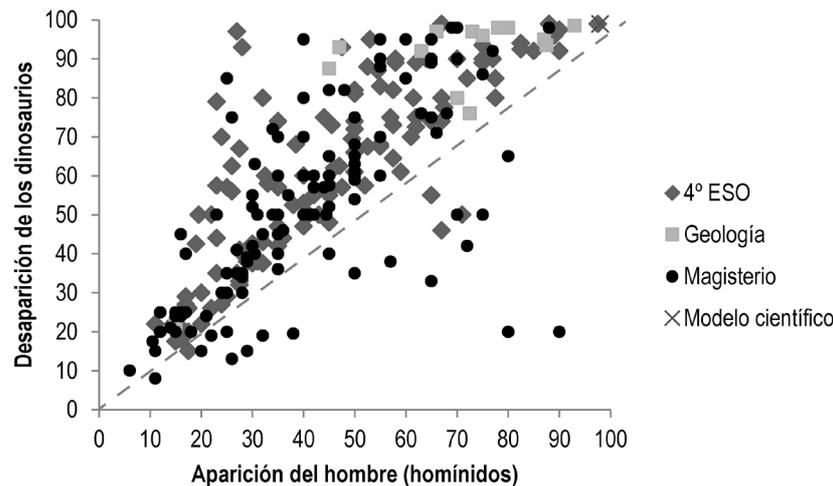
\*M= media; SD= desviación estándar.

Fuente: elaboración propia.

Respecto al posicionamiento relativo del resto de eventos, llama la atención la relación entre la desaparición de los dinosaurios y la aparición de los humanos (Gráfico 1). Veinticuatro estudiantes

(8,4%), mayoritariamente de magisterio, situaron en sus líneas temporales la desaparición de los dinosaurios después de la aparición del ser humano, lo que indica que los hombres convivieron con los dinosaurios en algún momento. Es destacable también que únicamente un alumno o una alumna de 4º de la ESO colocó ambos eventos cerca del punto representativo del conocimiento científico actual (Gráfico 1).

**GRÁFICO 1.** Posición relativa de la desaparición de los dinosaurios y la aparición de los humanos.



\* Los valores representan la posición relativa de los eventos al convertir las líneas temporales a escalas ordinales donde “El origen de la Tierra”= 0 y la “Actualidad”= 100.

Fuente: elaboración propia.

### 3.2. Edades absolutas, duraciones y frecuencias

El análisis de los resultados de edades absolutas mostró cierta disparidad entre los valores otorgados a los eventos (Tabla IV) y sus diferentes posiciones en la línea temporal. El evento al que el alumnado otorgó una mayor edad absoluta fue el de la roca más antigua (eligieron la opción entre los 1.000 ma y los 10.000 ma). El evento al que el alumnado otorgó una menor edad fue la aparición del hombre y le adjudicaron un valor comprendido entre los 10.000 y 100.000 años, algo no muy desencaminado teniendo en cuenta la aparición de nuestra especie y no la de otros homínidos (como indicaba la pregunta). A pesar de esto, una parte considerable del alumnado (27%, n= 76) situó la aparición del hombre hacia la mitad de la línea temporal (ca. 2.300 ma).

**TABLA 4.** Edades absolutas otorgadas a cada evento a partir de un rango de valor dado.

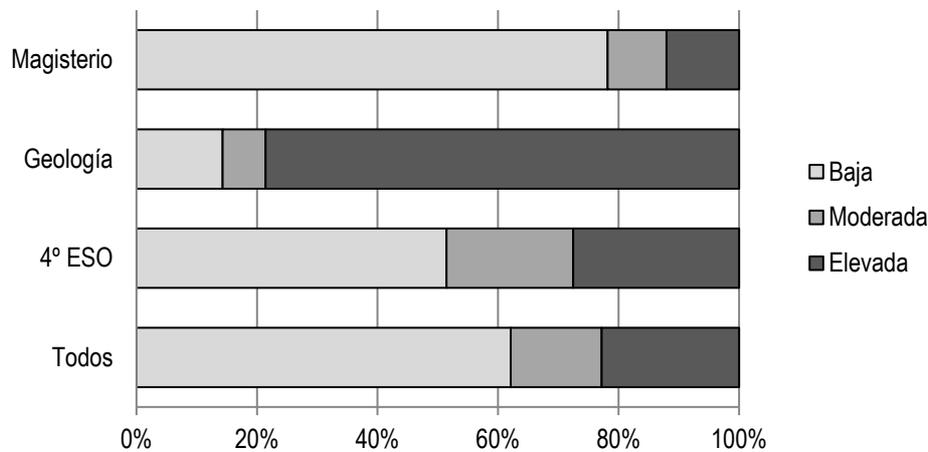
Evento	Edad absoluta Consenso científico	C.N.	Todos		4º ESO		Geología		Magisterio	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Final de la última glaciación	10 - 100 ka	4	4,9	1,8	4,9	1,8	4,6	1,9	4,9	1,7
Inicio de la última glaciación	10 - 100 ka	4	6,0	1,6	6,1	1,5	5,2	1,9	6,0	1,6
Aparición del hombre	1 - 10 ma	6	4,7	1,4	4,7	1,4	4,6	1,3	4,8	1,5
Extinción de los dinosaurios	100 - 1.000 ma	8	5,9	1,4	6,0	1,2	6,4	1,2	5,6	1,5
Aparición de los dinosaurios	100 - 1.000 ma	8	6,2	1,6	7,0	1,1	6,9	1,1	6,6	1,5
Origen de la vida	1.000 - 10.000 ma	9	7,7	1,5	8,0	1,2	8,3	0,6	7,3	1,8
Roca más antigua	1.000 - 10.000 ma	9	7,9	1,9	7,9	1,9	8,2	0,6	7,7	2,0

\*Los datos de las edades absolutas del consenso científico se han obtenido a partir de varios manuales de Geología general; ka= miles de años; ma= millones de años. C.N.= código numérico asignado. M= media; SD= desviación estándar.

Fuente: elaboración propia.

El Gráfico 2 ilustra los resultados obtenidos de las concepciones que mostró el alumnado sobre la edad de la Tierra. La mayoría consideró que nuestro planeta es muy antiguo (ninguna persona de las que respondió a esta pregunta asignó una cifra inferior a un millón de años). A pesar de esto, únicamente el 23% (n= 65) indicó que la Tierra tiene una edad comprendida entre 4.000 y 5.000 ma (categoría de edad elevada). El 15% (n=43) asignó edades comprendidas entre 1.000-3.999 y 5.001-10.000 ma (categoría de edad moderada), y por último, el 62% (n= 177) no respondió u opinó que es inferior a 1.000 ma o superior a 15.000 ma (categoría de edad baja). Es decir, muchas personas otorgaron valores temporales muy extremos y variables para la edad de la Tierra. Entre estas, es destacable que algo menos del 10% adjudicó valores de más de 100.000 ma de edad de nuestro planeta.

**GRÁFICO 2.** Edades absolutas otorgadas por los estudiantes para la formación de la Tierra.



Fuente: elaboración propia.

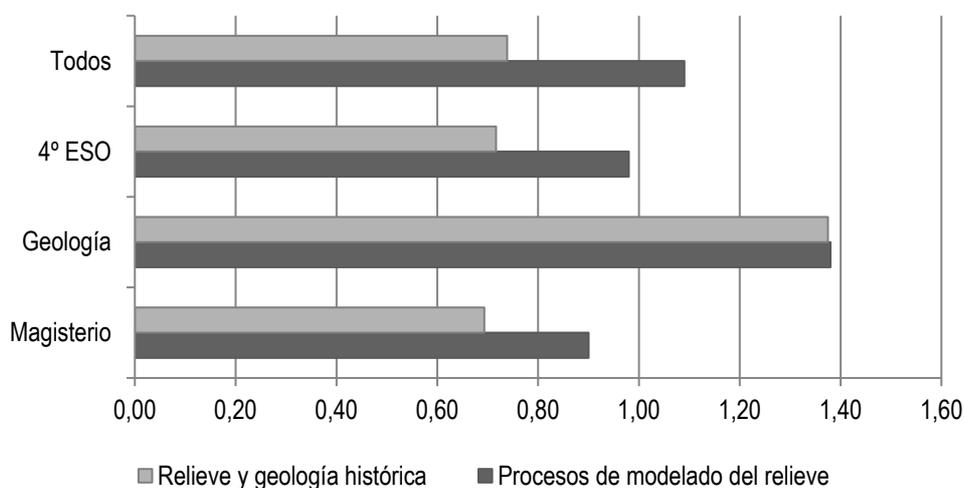
En lo relativo al análisis sobre la frecuencia y duración de procesos relacionados con la configuración del paisaje y del relieve, hay que resaltar que el alumnado tuvo menos dificultades en responder las preguntas relativas al modelado del relieve actual y que involucran mayoritariamente procesos geodinámicos externos. Mostraron muchas más dificultades a la hora de establecer frecuencias y duraciones de procesos relacionados con la configuración del relieve a lo largo de la historia de la Tierra y que, por tanto, involucran además procesos internos, como por ejemplo en aquellas preguntas relacionadas con la formación y ruptura de supercontinentes o la formación de grandes cordilleras montañosas. En términos generales, un porcentaje considerable de estudiantes tendió a subestimar las tasas y frecuencias de los procesos analizados, aunque también las exageraron, algo que podría ser indicativo de que carecen de referencias para ubicar las magnitudes temporales usuales en geología y las diferentes escalas temporales utilizadas. Las menores duraciones de los procesos y las mayores frecuencias fueron más extendidas en los procesos geodinámicos internos, es decir, aquellos más lentos.

La Tabla 5 recoge las principales concepciones de los estudiantes sobre la duración y frecuencia de los procesos analizados. Además de la información recogida en la Tabla 5, el análisis de este cuestionario se completó utilizando el sistema de codificación propuesto en por Gómez-Gonçalves et al. (2020a). En términos generales, el alumnado obtuvo un resultado global moderado (8,8 puntos sobre 20 posibles), y respondió mucho mejor las preguntas relacionadas con procesos externos y la formación del relieve, que aquellas que involucran conocimientos sobre geología histórica y tasas y frecuencias mucho mayores (Gráfico 3). Analizando estos resultados según el contexto, el estudiantado del grado de Geología, como era de esperar, obtuvo muchos mejores resultados en ambos aspectos equiparando su puntuación en las dos categorías. Estos buenos resultados, junto con el adecuado ordenamiento relativo de eventos, sugiere que ambos están de algún modo relacionados.

**TABLA 5.** Concepciones del alumnado sobre la duración y frecuencia de los procesos relativos a la configuración del relieve terrestre

Procesos	Concepciones sobre su duración y frecuencia
<i>Erosión de montañas y formación de valles fluviales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Por norma general consideraron que un gran valle fluvial tarda del orden de miles de años a millones de años en formarse, pero un 15% indicó que se forma en tan solo unas decenas o cientos de años.</li> <li>– Un gran porcentaje (60%) no entendió que la configuración de un tipo de relieve –como, por ejemplo, si una montaña está más o menos erosionada– puede ser indicativo del tiempo transcurrido desde su formación.</li> <li>– Un porcentaje considerable (35,3%) consideró que los relieves montañosos no están siendo afectados actualmente por procesos erosivos.</li> <li>– La gran mayoría consideró que un relieve montañoso tarda del orden de decenas de miles de años a millones de años en erosionarse, pero el 10,1% indicó que una montaña tarda unas centenas de años en hacerlo por completo.</li> <li>– Únicamente el 13,7% reconocieron que la mayor parte de los relieves montañosos que vemos en la actualidad se formaron al mismo tiempo (Orogenia Alpina).</li> </ul>
<i>Formación de grandes cordilleras montañosas (e.g., Andes)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La gran mayoría entendió que las grandes cordilleras tardan del orden de millones de años en formarse, pero un 14,1% indicó que lo hacen sólo en decenas o cientos de años.</li> <li>– El 38,8% consideró que, a lo largo de la historia del planeta, han existido de miles a millones de estas supercordilleras.</li> </ul>
<i>Movimiento de placas tectónicas y configuración de masas continentales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Muchos concibieron que las placas tectónicas se mueven lentamente y, por lo tanto, adjudicaron órdenes de decenas a cientos de millones de años en los cambios de configuración de los continentes, pero el 29,4% consideró que Pangea se fragmentó en un lapso de decenas a miles de años.</li> <li>– Más de la mitad (53%) consideró que solo ha existido un supercontinente a lo largo de la historia de la Tierra.</li> <li>– Un porcentaje considerable (36,8%) indicó que el ser humano apareció cuando existía Pangea.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

**GRÁFICO 3.** Resultados medios relativos a las respuestas de los estudiantes sobre la frecuencia y duración de procesos de modelado del relieve.

Fuente: elaboración propia.

#### 4. DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

El tiempo geológico está presente de manera transversal en todas las ideas clave para la alfabetización en las ciencias de la Tierra (Pedrinaci et al., 2013) y es imprescindible para comprender la historia del planeta y de la vida, así como para comprender conceptualmente numerosos procesos geológicos. Además, es fundamental para entender los impactos de la actividad humana en el entorno, cómo muchos de estos no son reversibles a escala humana y ayuda a definir los límites del consumo de los recursos naturales del planeta. Es decir, es un concepto clave para afrontar, de manera sostenible, los principales desafíos sociales, ambientales y científicos a los que nos enfrentamos, como son el cambio climático, la destrucción de ecosistemas y la conservación de la biodiversidad, el agotamiento progresivo de recursos naturales o el fin de la era de los combustibles fósiles. A pesar de ello, en el sistema educativo obligatorio el tiempo geológico solo se trata de manera explícita en una asignatura optativa de la ESO, por lo que muchos y muchas estudiantes pueden finalizar sus estudios sin haber tratado este tema en toda su formación académica.

El presente estudio recoge las concepciones de un grupo de alumnos y alumnas de 4º de la ESO y universidad (grado en Geología y grados en Maestro de Educación Primaria e Infantil) sobre el tiempo geológico, analizando el ordenamiento relativo de una serie de eventos, así como sus edades absolutas, la edad de nuestro planeta y la duración y frecuencia de una serie de procesos relacionados con la configuración del relieve. Si el profesorado, diseñadores y diseñadoras de planes de estudio y autores y autoras de libros de texto, conocieran las concepciones más comunes y los orígenes de estas concepciones, entonces debería ser posible mejorar la enseñanza y aprendizaje de este concepto. Este trabajo intenta ayudar en ese sentido.

Por norma general el alumnado fue capaz de ordenar temporalmente los eventos clave a lo largo de la historia de la Tierra y de la vida, pero no los colocaron bien en las líneas temporales que elaboraron, distorsionando por tanto sus edades absolutas y su duración. Al igual que ocurre en trabajos anteriores (Libarkin et al., 2007; Schoon, 1992), varios alumnos (n= 24, 8,4%) presentaron la concepción alternativa de que los hombres prehistóricos convivieron en algún momento con los dinosaurios. Muchos de estos estudiantes cursaban los grados de Maestro y habían hecho el bachillerato de Ciencias Sociales, por lo que hay que tener en cuenta que probablemente nunca habían trabajado este concepto con anterioridad.

Los eventos cuya colocación en la línea temporal resultaron más problemáticos fueron el inicio y el final de la última glaciación. Ambos acontecimientos están en cierta medida relacionados con la problemática actual del cambio climático, y fueron colocados por muchos estudiantes en la parte inicial (más antigua) de la línea temporal y los espaciaron mucho, adjudicándoles por tanto una duración muy elevada (teniendo en cuenta la escala gráfica, resulta del orden de miles de millones de años). Además, muy pocos alumnos reconocieron la idea de que el hombre haya podido pasar por un periodo frío (todavía más que el actual) de la historia de la Tierra y lo contemplaron como algo muy lejano y anecdótico. Posiblemente esto es debido a que los cambios climáticos suelen tratarse en las aulas de manera aislada, sin ser contextualizados dentro del ciclo geológico global, lo que implica que aparezcan numerosas concepciones alternativas (Domènech-Casal, 2014). Por lo tanto, parece necesario abordar su enseñanza desde una perspectiva histórica sistémica. El hecho de que el alumnado haya tenido ciertos problemas para trabajar con las edades de los eventos más recientes y que involucran un periodo de tiempo más reducido, sugiere la necesidad de incidir mucho más en estos aspectos a la hora de planificar e implementar las intervenciones, haciendo hincapié en los procesos relativamente recientes y que ocurren en lapsos de tiempo intermedios. Para evitar la posible desconexión entre el orden relativo de eventos y su edad absoluta, la realización de actividades en las que se trabaje contrastando diferentes escalas de tiempo, como la historia humana y de la Tierra, se ha demostrado que ayuda a los estudiantes a asimilar de manera adecuada la cronología de eventos y las magnitudes de tiempo implicadas (Corrochano y Gómez-Gonçalves, 2020). En este sentido, hay algunas iniciativas que han planteado proyectos holísticos e interdisciplinares, como es el caso de la

Gran Historia (o *Big History* utilizando la terminología anglosajona) en el contexto de la formación de futuros maestros, con la intención de analizar fenómenos actuales como el cambio climático a través de un enfoque más amplio que integre la historia del universo (Gómez-Gonçalves et al., 2020b). De esta manera, se trabaja para profundizar el conocimiento de los alumnos sobre el tiempo geológico, tomando como referencia un tema concreto de la situación humana y poniéndolo en contexto en diferentes escalas espaciales y temporales. Esto además facilita el entendimiento de que determinadas escalas de tiempo son adecuadas para representar determinados fenómenos y procesos, y de que cada acontecimiento tiene un ritmo y una duración diferente. Otra propuesta interesante para abordar el trabajo con diferentes escalas fue propuesta por Álvarez (2017), que argumentó que, utilizando la comparación entre la historia humana y la historia del planeta, se podría facilitar la comprensión de la inmensidad del tiempo geológico. Como la historia humana escrita tiene aproximadamente 5.000 años y la de la Tierra unos 5.000 ma, la historia del planeta es un millón de veces más extensa que la de la historia de la humanidad. Así, un millón de años en la historia de la Tierra es algo equiparable a un año en la historia de la humanidad, es decir, algo muy reciente. Siguiendo esta propuesta, la extinción de los dinosaurios, que ocurrió hace unos 65 ma, es comparable con lo que ocurrió hace 65 años en la historia humana, algo que incluso muchas personas pueden recordar. Esta visión antropocéntrica presenta una clara ventaja para el proceso de enseñanza y aprendizaje: como el tiempo geológico es algo que no es cotidiano para el alumnado, partir desde lo que conoce, es decir, desde una escala temporal asimilable (escala humana), puede ayudar a para llegar finalmente a trabajar con una escala mucho más abstracta y lejana, la geológica.

El ordenamiento relativo resultó mucho más fácil a los estudiantes que el trabajo con valores absolutos. Es común observar contradicciones entre los valores otorgados en la línea y los valores absolutos seleccionados para cada evento. La distorsión gráfica de las escalas, muy frecuente en las tablas cronoestratigráficas que aparecen en numerosos manuales y libros de texto, probablemente influya en la representación mental que tienen muchos alumnos sobre el tiempo geológico; esto fomenta que los estudiantes sitúen los principales acontecimientos ocurridos en las primeras etapas del planeta. Por tanto, parece evidente la necesidad de seguir trabajando con escalas y representar a una escala adecuada y proporcional todas las ilustraciones y tablas cronoestratigráficas empleadas para que los alumnos puedan asimilarlas de manera correcta; teniendo en cuenta que a veces esto no es posible para representar adecuadamente toda la información, siempre se debería incluir al menos una miniatura a escala de la tabla al lado de la figura principal. Ello podría ayudar a un aprendizaje más apropiado de estos aspectos.

Gran parte del alumnado no asignó de manera adecuada los rangos de edad absoluta proporcionados y otorgaron valores temporales muy extremos y variables para la edad de nuestro planeta. Esta falta de conocimiento puede conllevar ciertos problemas en otras disciplinas, ya que, por ejemplo, como demostraron Cotner et al. (2010), aquellos alumnos y alumnas que no conocen que el planeta tiene al menos 4.000 ma de antigüedad, tienen dificultades para aceptar las teorías evolutivas. Muchas personas subestimaron la duración de los procesos de configuración del relieve. A pesar de esto, también se observó que otro porcentaje considerable de alumnos exageraron las duraciones y las frecuencias de los procesos. Esta gran variabilidad de valores de tiempo absoluto ha sido también detectada en trabajos previos (Catley y Novick, 2009; Hidalgo et al., 2004) y sugiere que, junto a los resultados comentados anteriormente relativos a la colocación de eventos en la línea temporal, los estudiantes carecen completamente de referencias para ubicar las magnitudes temporales usuales en geología (saben que el planeta es antiguo y que las cosas ocurren con el ritmo geológico, pero no diferencian un millón de años de muchos miles de millones de años). En este sentido, parece que plantear la enseñanza y aprendizaje del tiempo geológico únicamente trabajando el ordenamiento de eventos o la mera memorización de datos numéricos de edad o de la tabla cronoestratigráfica carece de todo sentido si no va acompañado de una cronología adecuada y una noción aproximada de la duración de los procesos naturales implicados. Esto puede ser también debido a que parece que algunas personas carecen del conocimiento necesario para comprender el

propio significado de números cardinales tan elevados (Cheek, 2013), por lo que resulta tremendamente complicado que además entiendan esa cantidad relacionada con magnitudes de tiempo, algo que, evidentemente, influye en la enseñanza de muchos procesos geológicos o evolutivos.

Analizando los diferentes contextos educativos por separado, en términos generales, los estudiantes de Geología participantes en el estudio mostraron unas concepciones cercanas al conocimiento científico, mientras que el conocimiento por parte de los estudiantes de ESO y de los grados de Maestro era mejorable. Este último resultado es preocupante porque, teóricamente, todos los alumnos que terminan sus estudios obligatorios tendrían que conocer la escala temporal aproximada de algunos fenómenos naturales para poder actuar de manera responsable en las decisiones personales y colectivas referentes a la Naturaleza a los que tengan que enfrentarse como ciudadanos. Además, es también especialmente importante porque serán ellos quienes trabajen con futuras generaciones aspectos clave para la interpretación, valoración y conservación de nuestro entorno.

Para concluir conviene mencionar algunas de las limitaciones de este trabajo. En primer lugar, la muestra es relativamente reducida, se tomó por disponibilidad y los estudiantes que participaron en el estudio procedían únicamente de una comunidad autónoma, algo que dificulta la generalización de resultados. En segundo lugar, hubiese sido aconsejable conocer con más certeza las diferentes asignaturas cursadas que siguieron los estudiantes universitarios durante su formación previa, con el fin de poder generalizar algunas cuestiones relativas al tratamiento del tiempo geológico en el sistema educativo.

Las futuras investigaciones deberían seguir centrándose en planificar y analizar intervenciones didácticas para mejorar la enseñanza y aprendizaje del tiempo geológico, en mejorar los instrumentos utilizados para caracterizar las concepciones de estudiantes sobre el mismo y en analizar cómo aprenden y entienden los estudiantes las edades absolutas (dataciones, tasas y duraciones) y cantidades elevadas como un millón o mil millones de años.

## Referencias

- Álvarez, W. (2017). *El viaje más improbable*. Crítica.
- Catley, K. M. y Novick, L. R. (2009). Digging deep: Exploring college students' knowledge of macroevolutionary time. *Journal of Research in Science Teaching*, 4(3), 311-332. <https://doi.org/10.1002/tea.20273>
- Cervato, C. y Frodeman, R. (2012). The significance of geologic time: Cultural, educational, and economic frameworks. *Geological Society of America*, 2486(3), 19-27. [https://doi.org/10.1130/2012.2486\(03\)](https://doi.org/10.1130/2012.2486(03))
- Cheek, K. A. (2010). Commentary: A Summary and Analysis of Twenty-Seven Years of Geoscience Conceptions Research. *Journal of Geoscience Education*, 58(3), 122-134. <https://doi.org/10.5408/1.3544294>
- Cheek, K. A. (2012). Students' understanding of large numbers as a key factor in their understanding of geologic time. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(5), 1047-1069. <https://doi.org/10.1007/s10763-011-9312-1>
- Cheek, K. A. (2013). How geoscience novices reason about temporal duration: The role of spatial thinking and large numbers. *Journal of Geoscience Education*, 6(3), 334-348. <https://doi.org/10.5408/12-365.1>
- Corrochano, D., y Gómez-Gonçalves, A. (2019). How Glaciers Function and How They Create Landforms: Testing the Effectiveness of Fieldwork on Students' Mental Models—A Case Study from the Sanabria Lake (NW Spain). *Geosciences*, 9(5), 238. <https://doi.org/10.3390/geosciences9050238>

- Corrochano, D., y Gómez-Gonçalves, A. (2020). Analysis of Spanish pre-service teachers' mental models of geologic time. *International Journal of Science Education*, 42(10), 1653-1672. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1774093>
- Corrochano, D., Gómez-Gonçalves, A., Sevilla, J. y Pampín-García, S. (2017). Ideas de estudiantes de instituto y universidad acerca del significado y el origen de las mareas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2): 353-366.
- Cotner, S., Brooks, D. C. y Moore, R. (2010). Is the age of the Earth one of our "sorest troubles?" Students' perceptions about deep time affect their acceptance of evolutionary theory. *Evolution*, 64(3), 858-864. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2009.00911.x>
- Czajka, C. D. y McConnell, D. (2018). An exploratory study examining undergraduate geology students' conceptions related to geologic time and rates. *Journal of Geoscience Education*, 66(3), 231-245. <https://doi.org/10.1080/10899995.2018.1480826>
- Delgado, C. (2013). Navigating deep time: Landmarks for time from the Big Bang to the present. *Journal of Geoscience Education*, 61(1), 103-112. <https://doi.org/10.5408/12-300.1>
- De Vecchi, G. y Giordan, A. (2006). *Guía práctica para la enseñanza científica* (Vol. 22). Díada.
- Dodick, J. (2007). Understanding evolutionary change within the framework of geological time. *McGill Journal of Education (Online)*, 42(2), 245.
- Dodick, J. y Orion, N. (2003). Measuring student understanding of geological time. *Science Education*, 87(5), 708-731. <https://doi.org/10.1002/sc.1057>
- Domènech-Casal, J. (2014). Contextos de indagación y controversias sociocientíficas para la enseñanza del Cambio Climático. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 22(3), 287-296.
- Dove, J. (1998). Students' alternative conceptions in earth science: a review of research and implications for teaching and learning. *Research Papers in Education*, 13, 183-201. <https://doi.org/10.1080/0267152980130205>
- Driver, R. 1989. Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11, 481-490. <https://doi.org/10.1080/0950069890110501>
- Fernández, A., Sesto, V. y García-Rodeja, I. (2017). Modelos mentales de los estudiantes de secundaria sobre el suelo. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 35(2), 127-145. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2217>
- García-Rodeja Gayoso, I. y Lima de Oliveira, G. (2012). Sobre el cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 0195-0218.
- Gobert, J. D. (2005). The effects of different learning tasks on model-building in plate tectonics: Diagramming versus explaining. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 444-455. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-53.4.444>
- Gómez-Gonçalves, A., Corrochano, D. y Rubio, F.J. (2020b). La Gran Historia en la formación de maestros de Educación Primaria. *IBER. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 100: 59-64.
- Gómez-Gonçalves, A.; Corrochano, D.; Fuertes-Prieto, M.Á.; Ballegeer, A.-M. (2020a). How Long Has It Taken for the Physical Landscape to Form? Conceptions of Spanish Pre-Service Teachers. *Education Sciences*, 10, 373. <https://doi.org/10.3390/educsci10120373>
- Guffey, S. y Slater, T. (2020). Geology misconceptions targeted by an overlapping consensus of US national standards and frameworks. *International Journal of Science Education*, 42(3), 469-492. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1715509>
- Hidalgo, A. J., Fernando, I. E. S. y Otero, I. C. E. J. (2004). An analysis of the understanding of geological time by students at secondary and post-secondary level. *International Journal of Science Education*, 26(7), 845-857. <https://doi.org/10.1080/0950069032000119438>
- Jaimes, P., Libarkin, J. C. y Conrad, D. (2020). College student conceptions about changes to Earth and life over time. *CBE—Life Sciences Education*, 19(3), ar35. <https://doi.org/10.1187/cbe.19-01-0008>

- Johnson, C. C., Middendorf, J., Rehrey, G., Dalkilic, M. M. y Cassidy, K. (2014). Geological Time, Biological Events and the Learning Transfer Problem. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 14(4), 115-129. <https://doi.org/10.14434/josotl.v14i4.4667>
- Jolley, A., Jones, F. y Harris, S. (2013). Measuring student knowledge of landscapes and their formation timespans. *Journal of Geoscience Education*, 61(2), 240-251. <https://doi.org/10.5408/12-307.1>
- Lane, R. y Coutts, P. (2012). Students' alternative conceptions of tropical cyclone causes and processes. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 21(3), 205-222. <https://doi.org/10.1080/10382046.2012.698080>
- Libarkin, J.C. y Anderson, S.W. (2006). The Geoscience Concept Inventory: Application of Rasch Analysis to Concept Inventory Development in Higher Education. En X. Liu y W. Boone (Eds.), *Applications of Rasch Measurement in Science Education* (pp. 45-73). JAM Publishers.
- Libarkin, J., Kurdziel, J. P. y Anderson, S. W. (2007). College Student Conceptions of Geological Time and the Disconnect Between Ordering and Scale. *Journal of Geoscience Education*, 55(5), 413-422. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-55.5.413>
- Lombardi, D., y Sinatra, G. (2012). College students' perceptions about the plausibility of human-induced climate change. *Research in Science Education*, 42(2), 201-217. <https://doi.org/10.1007/s11165-010-9196-z>
- Mills, R., Tomas, L. y Lewthwaite, B. (2017). Junior secondary school students' conceptions about plate tectonics. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 26(4), 297-310. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1154227>
- Moutinho, S., Moura, R. y Vasconcelos, C. (2016). Mental models about seismic effects: Students' profile based comparative analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(3), 391-415. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9572-7>
- Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro García, P., Almodóvar, G. R., Barrera, J. L., Belmonte, Á., ... y Roquero, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), 117-129.
- Schoon, K. J. (1992). Students' alternative conceptions of Earth and space. *Journal of Geological Education*, 40(3), 209-214. <https://doi.org/10.5408/0022-1368-40.3.209>
- Sequeiros, L., Pedrinaci, E. y Berjillos, P. (1996). Cómo enseñar y aprender los significados del tiempo geológico: Algunos ejemplos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4(2), 113-119.
- Sexton, J. M. (2012). College students' conceptions of the role of rivers in canyon formation. *Journal of Geoscience Education*, 60(2), 168-178. <https://doi.org/10.5408/11-249.1>
- Teed, R. y Slattery, W. (2011). Changes in geologic time understanding in a class for preservice teachers. *Journal of Geoscience Education*, 59(3), 151-162. <https://doi.org/10.5408/1.3604829>
- Trend, R. (2000). Conceptions of geological time among primary teacher trainees, with reference to their engagement with geoscience, history, and science. *International Journal of Science Education*, 22(5), 539-555. <https://doi.org/10.1080/095006900289778>
- Trend, R. (2001a). An Investigation into the understanding of geological time among 17-year-old students, with implications for the subject matter knowledge of future teachers. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 10(3), 298-321. <https://doi.org/10.1080/10382040108667447>
- Trend, R. (2001b). Deep time framework: A preliminary study of U.K. primary teachers' conceptions of geological time and perceptions of geoscience. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 191-221. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200102\)38:2<191::AID-TEA1003>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200102)38:2<191::AID-TEA1003>3.0.CO;2-C)
- Varela, B., Sesto, V. y García-Rodeja, I. (2020). An investigation of secondary students' mental models of climate change and the greenhouse effect. *Research in Science Education*, 50, 599-624. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9703-1>

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Corrochano Fernández, D., Gómez-Gonçalves, A., Fuertes Prieto, M. A., Ballegeer, A.M., Pampín García, S. y Chamoso Sánchez, J.M. (2023). Concepciones de estudiantes de instituto y universidad sobre el tiempo geológico. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 44, 195-214. DOI: 10.7203/DCES.44.26276

## ANEXO

### ¿Qué sabes sobre el tiempo geológico?

#### SECCIÓN 1 (1 de 2)

La línea vertical que se muestra a la derecha representa una línea temporal de la historia de la Tierra, desde su formación (abajo del todo), hasta la actualidad (arriba del todo).

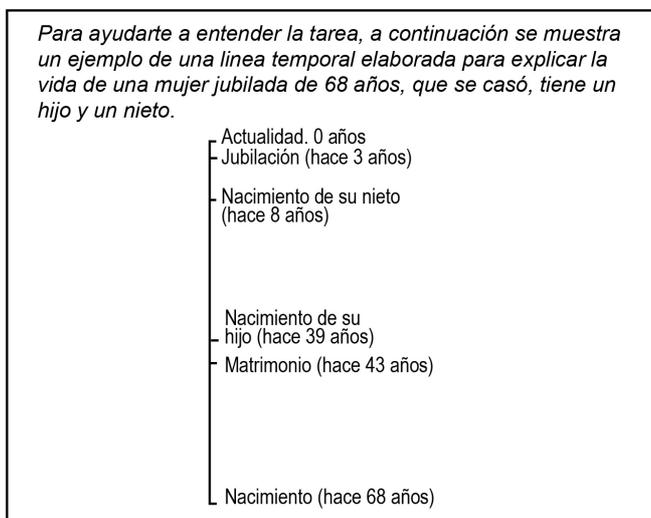
1.1) ¿Sabes hace cuántos años aproximadamente se formó nuestro planeta? Indícalo en la línea temporal abajo del todo.

1.2) Coloca y ordena cronológicamente los siguientes eventos a lo largo de la línea - puedes indicarlos con las letras (a-g) y añadir cualquier tipo de explicación.

- (a) Roca más antigua
- (b) Inicio de la última glaciación
- (c) Aparición del hombre (homínidos)
- (d) Aparición de los dinosaurios
- (e) Final de la última glaciación
- (f) Extinción de los dinosaurios
- (g) Origen de la vida

1.3) En el apartado anterior, indica hace cuántos años ocurrió cada evento (puedes indicarlo al lado poniendo los números del 1-9) según se indica a continuación (ten en cuenta que se pueden repetir los números):

- 1) Menos de 100 años.
- 2) Entre 100 y 1.000 años.
- 3) Entre 1.000 y 10.000 años.
- 4) Entre 10.000 y 100.000 años.
- 5) Entre 100.000 y 1.000.000 de años.
- 6) Entre 1.000.000 y 10.000.000 de años.
- 7) Entre 10.000.000 y 100.000.000 de años.
- 8) Entre 100.000.000 y 1.000.000.000 de años.
- 9) Entre 1.000.000.000 y 10.000.000.000 de años.



Actualidad. 0 años.

Formación de la Tierra.

## SECCIÓN 2 ¿CUÁNTO TIEMPO? (2 de 2)

(solo puedes marcar una respuesta en cada pregunta, salvo en la pregunta 2.3, que puedes marcar todas las que quieras)

2.1. La figura que aparece a continuación muestra un dibujo de un valle fluvial. ¿Cuánto tiempo crees que ha tenido que pasar para que el río haya sido capaz de erosionar, formar el valle y encajarse en él?



- Decenas de años
- Cientos de años
- Miles de años
- Millones de años
- Miles de millones de años

2.2. Los esquemas que aparecen a continuación representan los perfiles de dos montañas hechas del mismo tipo de roca y que han terminado de formarse por completo en un mismo lugar. Pero... ¿cuál de las siguientes razones explica mejor las diferencias de los dos esquemas?



- La montaña A es más antigua que la montaña B
- La montaña B es más antigua que la montaña A
- La montaña A está en un continente que se mueve más despacio que el de la montaña B
- La montaña B está en un continente que se mueve más despacio que el de la montaña A
- La montaña A ha sufrido más erosión que la montaña B

2.3. ¿Cuál de las siguientes frases describe mejor a las montañas? (puedes marcar más de una respuesta)

- Las montañas antiguas son más altas que las jóvenes, porque han estado creciendo más tiempo.
- Las montañas antiguas tienen pendientes más suaves que las jóvenes, porque se han estado erosionando más tiempo.
- Las montañas antiguas tienen más vegetación que las modernas, porque han tenido plantas creciendo en sus laderas durante más tiempo.
- Las montañas antiguas tienen superficies más rugosas que las jóvenes, porque tienen más tiempo.
- Todas las montañas tienen aproximadamente la misma edad, independientemente de su forma, tamaño, vegetación o rugosidad.

2.4. Pero... ¿sabrías decir cuánto tarda en formarse una cordillera montañosa?

- Decenas de años
- Cientos de años
- Miles de años
- Millones de años
- Miles de millones de años

2.5. Y... ¿sabrías decir cuántas grandes cordilleras montañosas (como por ejemplo los Himalayas o los Andes) han existido a lo largo del tiempo en la Tierra?

- Varias o varias decenas
- Cerca de la centena
- Centenas a miles
- Varias miles
- Millones

2.6. ¿Cuánto tiempo crees que tarda una montaña en erosionarse por completo?

- Decenas de años
- Cientos de años
- Miles de años
- Millones de años
- Miles de millones de años

2.7. ¿Y cuándo crees que empezarán a erosionarse las montañas que vemos actualmente en el paisaje?

- Se están erosionando ya
- En decenas de años
- En cientos de años
- En miles de años
- En millones de años

2.8. Los científicos afirman que alguna vez hubo un único supercontinente en la Tierra. Pero... ¿cuántos años crees que tardó el supercontinente en romperse y formar los continentes que vemos en la actualidad?

- Decenas de años
- Cientos de años
- Miles de años
- Millones de años
- Miles de millones de años

2.9. Y... ¿sabrías decir cuántas veces a lo largo del tiempo han existido esos grandes supercontinentes en la Tierra?

- Una vez
- Varias veces
- Cientos de veces
- Miles de veces
- Millones de veces

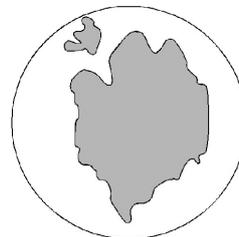
2.10. La Figura que se muestra a continuación es una vista de nuestro planeta desde el espacio. El color gris representa la tierra y el blanco el agua. ¿Cuál de las otras figuras crees que mejor representa el aspecto del planeta cuando los seres humanos (homínidos) aparecieron por primera vez?

- Ninguna
- A
- B
- C
- D

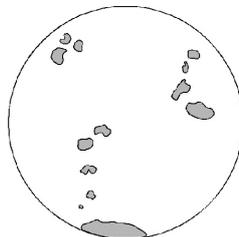
## ACTUALIDAD



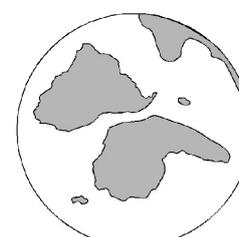
A



B



C



D