

CONCEPCIONES DEL CAMBIO GEOLÓGICO EN ESTUDIANTES DEL MÁSTER DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

GEOLOGICAL CHANGE CONCEPTIONS IN STUDENTS OF THE SECONDARY EDUCATION MASTER

G. FERNÁNDEZ-FERRER¹, F. GONZÁLEZ-GARCÍA¹, J. CARRILLO-ROSÚA^{1,2}, S. PLA-PUEYO¹

¹ DEPARTA. DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES, UNIVERSIDAD DE GRANADA,
gferfer@ugr.es ; pagoga@ugr.es ; jfcarril@ugr.es ; sila.pla@gmail.com

² INSTITUTO ANDALUZ DE CIENCIAS DE LA TIERRA, CSIC-UNIVERSIDAD DE GRANADA,

RESUMEN:

Se presenta un análisis sobre las concepciones de los estudiantes del máster de Profesorado de Educación Secundaria de la especialidad de Biología y Geología sobre el cambio geológico. Para su caracterización se incide en su importancia para entender la idea de tiempo geológico. Como resultado se observa un deficiente conocimiento de la idea de cambio, que afecta negativamente a la consiguiente asociación con el concepto de tiempo geológico.

PALABRAS CLAVE: cambio geológico, tiempo geológico, profesorado en formación.

ABSTRACT: An analysis is presented on the misconceptions about geological change in students of the secondary education master specialty training in Biology and Geology. For its characterization, it is important to understand the idea of geological time. As a result, a deficient knowledge about the concept of change, which affects negatively the consequent association to the concept of geological time.

KEY WORDS: geological change, geological time, teaching trainees.

1. INTRODUCCIÓN

Los procesos geológicos son el producto de la manifestación de energía en un tiempo y en un espacio o ambiente geológico determinado. Estos tres parámetros, procesos, tiempo y espacio son las variables necesarias para definir un suceso geológico, unidad elemental de estudio en Geología (Lillo y Redonet, 1985). La evidencia de la existencia de un suceso geológico y de sus características queda registrada en estructuras geológicas (fallas, pliegues...), así como en los materiales terrestres (minerales, rocas y fósiles). El estudio del registro geológico permite determinar las coordenadas proceso, espacio y tiempo, con las que podemos definir un cambio o suceso geológico.

Las variables espacio y tiempo tienen una alta variabilidad de escala. En lo que se refiere a la coordenada tiempo, un cambio tendrá un principio y un final, siendo la escala de su duración extremadamente variable, pudiendo ir desde segundos a miles de millones de años. En relación a la escala espacial, los procesos geológicos pueden dividirse, por ejemplo, en: locales, regionales o globales (Vera, 1994).

Existe un creciente cuerpo de investigación sobre cómo enfocar la comprensión del tiempo geológico en la enseñanza, que abarca desde los niveles elementales de la educación básica al nivel universitario y profesorado tanto en formación como en ejercicio (ej. Ault, 1982; Ritger y Cummins, 1991; Marques y Tompson, 1997; Trend, 1998; 2000; 2001; Dodick y Orion, 2003a; 2003b; Libarkin *et al.*, 2007; Marques *et al.*, 2017). Estos estudios muestran que no solo muchos estudiantes de enseñanza obligatoria y universidad, sino incluso profesores en formación

y en ejercicio, tienen un pobre sentido del cambio geológico. Por ejemplo, solapan eventos ampliamente separados en el tiempo geológico, como son la existencia de los humanos y los dinosaurios.

Existe un consenso general al considerar que los estudiantes se sienten más cómodos ordenando eventos tectónicos, paleontológicos o la presencia de un determinado grupo fósil en una secuencia de tiempo relativa (por ejemplo, Trend, 2001; Dodick y Orion, 2003a; 2003b). En cambio, las tareas referentes a conceptos de tiempo absoluto son más desafiantes al tener que salvar las diferencias abismales de escala entre la experiencia humana y las grandes magnitudes de tiempo geológico (Libarkin *et al.*, 2007).

Una de las dificultades para comprender la inmensidad del tiempo geológico radica en nuestros circuitos neuronales, que nos predisponen a no poder imaginar eventos que pueden ocurrir a largo plazo (McClure *et al.*, 2004). Esta dificultad se ha tratado de resolver en las aulas a través de experiencias como el uso de analogías donde se compara la extensión del tiempo geológico con 24 horas, 365 días o una cinta que rodearía la Tierra. No obstante, quizá no sea lo bastante efectivo para cerrar la brecha entre nuestra percepción del tiempo humano y el geológico (Dodick, 2007).

Por su parte, Pedrinaci (1993), refiriéndose al concepto de tiempo geológico, distingue cuatro nociones básicas para poder entender el mismo: el cambio geológico, las facies, la sucesión causal y la cronología. Cada una de ellas demanda una atención tanto individual como interrelacionada (Sequeiros *et al.*, 1996; Pedrinaci y Berjillos, 1994), por lo que este planteamiento lo consideramos de especial interés a la hora de trabajar con el alumnado el tiempo geológico. La concepción de cada concepto y su integración conjunta pueden llevarnos a entender qué significado tiene el tiempo geológico.

La idea de cambio geológico es fundamental para entender el tiempo. Si consultamos la definición de tiempo que hace la Real Academia Española, encontramos que lo define como la *duración de las cosas sujetas a mudanza*, y también como *la magnitud física que permite ordenar la secuencia de los sucesos, estableciendo un pasado, un presente y un futuro, y cuya unidad en el sistema internacional es el segundo*. Por tanto, es imposible la separación entre el concepto de tiempo y el de cambio, no existiendo el primero sin el segundo. Del mismo modo, para estudiar la historia de la Tierra y colocar los cambios de sucesos geológicos es preciso el análisis de los cambios de facies en las sucesiones estratigráficas locales. A partir de las mismas se puede llegar a una sucesión cronoestratigráfica global (Reguant y Brusí, 2003).

En el presente estudio nos centramos en el análisis del concepto de cambio geológico que tienen los estudiantes del máster de Profesorado de Educación Secundaria (MAPES) (posibles futuros profesores de la especialidad de Biología y Geología). Pretendemos analizar en qué aspectos se centran, en si lo definen como cambios en el planeta o si lo asocian a cambios en el registro estratigráfico. La primera opción indicaría que aceptan que el planeta cambia, pero no refiriendo su necesario registro en los materiales terrestres, de cuyo estudio se extraería el parámetro temporal.

2. METODOLOGÍA

El análisis se basa en una muestra de 40 alumnos/as del máster del MAPES de la Especialidad de Biología y Geología de la Universidad de Granada, integrada por 34 graduados en titulaciones dentro del ámbito de ciencias de la vida (Biología 25, Biotecnología 3, Bioquímica 3, Ingeniero Agrónomo 1, Farmacia 1, Ciencias y Tecnología de los alimentos 1), 2 de Ciencias Ambientales y 4 titulados de Geología, egresados de diferentes universidades de España (38 casos) y Paraguay (2 casos). Por su parte, 29 han estudiado la asignatura de Complementos de Geología durante el MAPES, 23 estudiaron alguna asignatura de Geología durante la carrera y 25 dicen haber estudiado temas de Geología durante la Educación Secundaria.

Se les propuso la cumplimentación por escrito de un cuestionario antes de tratar la temática del tiempo geológico en la asignatura de Aprendizaje y Enseñanza de la Biología y Geología del citado MAPES, y posteriormente al finalizar los estudios de Complementos de Geología por parte de algunos alumnos/as (29 casos). Dicho cuestionario tenía tres cuestiones abiertas centradas en el problema del cambio geológico y su enseñanza. Dichas cuestiones son:

Cuestión 1: ¿Qué entiendes por cambio geológico?

Cuestión 2: En la historia de la ciencia hubo grandes dificultades para entender el cambio geológico, ¿a qué crees que fue debido?

Cuestión 3: ¿Cómo podrías implementar en el aula la idea de cambio geológico?

El análisis de las respuestas se hace desde el punto de vista cualitativo, determinándose diferentes categorías en las que se pueden clasificar las mismas de forma deductiva.

3. RESULTADOS

En la exposición de los resultados se describen las respuestas a cada una de las cuestiones. Al analizar la primera cuestión sobre la definición de cambio geológico se observó que los estudiantes hacían dos tipos de alusiones diferentes. Por un lado, había los que hacían referencia a cambios concretos, clasificables según una escala espacial (Global y Regional o Local) y temporal (con o sin indicación cronológica de la duración del cambio). Por otro lado, encontramos los que referían la impresión de esos cambios en el registro geológico, con alusiones al cambio de facies o a la sucesión estratigráfica.

En la segunda cuestión se diferencian dos categorías: por un lado, los que no contestan o dan contestaciones *ad hoc*, y por otro, los que hacen referencia a la dificultad a escala humana de entender la inmensidad tiempo geológico.

Por último, en la cuestión tercera se diferencian los casos que no saben dar una respuesta, los que sí lo hacen mediante explicaciones concretas de cambios utilizando dibujos y los que lo hacen utilizando algún recurso como plastilina o línea del tiempo.

3.1. CUESTIÓN 1: DEFINICIÓN DE CAMBIO GEOLÓGICO

En relación a la primera cuestión se diferencian las respuestas que asocian los cambios a una escala espacial global de los que lo hicieron a escala local, y se clasifican los casos en los que hacían referencia al tiempo en sus definiciones y los que no.

En la tabla 1 se recogen las frecuencias de las categorías observadas con el porcentaje referido al total de la muestra.

	Sin tiempo	Con tiempo	No saben	Total
Escala Global	(11) 28%	(10) 25%		(21) 53%
Escala Regional o Local	(2) 5%	(4) 10%		(6) 15%
Referencia al registro geológico del cambio		(3) 8%		(3) 8%
No saben			(10) 24%	(10) 24%
Total	(13) 33%	(17) 43%	(10) 24%	(40) 100%

Tabla 1. Frecuencias y porcentajes de las categorías obtenidas al analizar la variable cambio geológico.

Los casos que hacen referencia a cambios a escala global (21 casos) coinciden en su mayoría en designar cambios en la estructura y composición de la Tierra, pudiendo hacer mención al tiempo geológico o no, dependiendo del caso. Respuestas transcritas de estos casos son:

Son cambios que se producen en la estructura de la Tierra, como por ejemplo la subducción; Es una variación en la estructura de la Tierra o alguna de sus capas; Es la modificación drástica en una parte del planeta como, por ejemplo, la fragmentación del supercontinente la Pangea.

Los casos que refieren cambios a escala local o regional (6 casos), de igual modo, pueden hacer referencia al tiempo (2 casos) o no (4 casos) en los mismos términos reseñados para los que lo hacen a escala global. Ejemplos transcritos de las respuestas de los estudiantes son:

Modificación de un ambiente, un terreno, rocas, etc.; Es el proceso de transformación que sufren las rocas ya sea por erosión o acumulación de sedimentos; Transformación de una roca ígnea en metamórfica; Estos cambios se hacen a tiempo real, como la erosión que sufre un acantilado.

A su vez, diferenciamos los casos que hacen referencia al tiempo geológico, haciéndolo desde dos perspectivas, por un lado, los que puntualizan eventos momentáneos y aislados, y por otro, los que indican una duración del cambio.

En relación a las alusiones al tiempo geológico o no, diferenciamos entre los que lo hacen en términos de localización a lo largo de la historia de la Tierra o de episodios concretos:

Son cambios ocurridos en la historia de la Tierra; Es aquel que ocurre en un tiempo determinado en un factor geológico como, por ejemplo, la erosión que sufre un acantilado por acción de las olas.

Otros casos aluden a la duración del cambio: *Suelen ser cambios lentos, progresivos y continuos.*

Los casos que hacen referencia al resultado de los cambios observable en el registro geológico, coinciden con ser graduados en Ciencias Geológicas, y no utilizan la terminología de cambio de facies, ni hacen alusiones al tiempo, espacio o proceso que los provocó.

Momento en el que se observa un cambio en el tipo de roca cuando vas andando por el campo, ej. paso de calizas a brechas; Es el cambio que se produce en algún factor geológico como puede ser el cambio de una roca a otra en una secesión; Cambio que se da cuando en un lugar pasa de haber un tipo de roca a otra.

Por último, un importante número de casos confiesan no saber a qué se refiere el término cambio geológico, no contestan o lo hacen en términos de respuestas *ad hoc*, siendo algunas transcripciones de estas respuestas las siguientes:

No lo sé, sinceramente; Geología es la ciencia que estudia la Tierra, estudia la estructura, el contenido.

3.2. CUESTIÓN 2: DIFICULTADES HISTÓRICAS PARA ENTENDER EL CAMBIO GEOLÓGICO

Al analizar las respuestas encontramos algunos casos que no contestan (3 casos) y otros que dan contestaciones *ad hoc* para salir del paso (16 casos). Entre estas respuestas es destacable un buen número de casos que aluden a la falta de conocimientos o escasez de avances tecnológicos. Algunos ejemplos de estas respuestas son los siguientes:

Necesidad multidisciplinar de entender este; La falta de conocimientos sobre el tema; A la falta de medios tecnológicos; A que al no conocer lo que había pasado años atrás, no podían dar explicación a los cambios, además de la dificultad que supone estudiar algo así; Al creacionismo y considerar que todo había sido creado por Dios; A que no se conocía la Tectónica de Placas; A que no hay consenso en la definición del mismo.

El resto de respuestas (21 casos) hacen alusiones a la dificultad del ser humano de comprender cambios que se producen lentamente y que son inapreciables para nosotros en la escala humana. Destacamos que, en este grupo, se encuentran las contestaciones de los graduados en Ciencias Geológicas. Ejemplos de las respuestas de esta categoría son:

A que es muy lento, teniendo que tener una visión muy amplia de la historia de la Tierra; A que el tiempo en geología es muy distinto al que entendemos las personas, cuesta entender unos

cambios que tardan millones de años y que por tanto no se ven; A que los cambios geológicos tienen un marco temporal tan dilatado que en comparación con nuestra esperanza de vida es difícil apreciar que ocurran.

3.3. CUESTIÓN 3: IMPLEMENTACIÓN EN EL AULA DE LA IDEA DE CAMBIO GEOLÓGICO

Un importante número de estudiantes (20 casos) confiesan no saber implementar en el aula la idea de cambio geológico. El resto de estudiantes dan respuestas alusivas a la formación de montañas o de un océano (11 casos), a cambios provocados por la erosión en un acantilado o en un río (5 casos) o a cambios por fallas (2 casos). Es destacable que estas implementaciones se enmarcan en planteamientos didácticos donde el profesorado explica el concepto de modo magistral, incluso en algunos casos diseñan dibujos explicativos de cómo lo expondrían al alumnado (Figura 1).

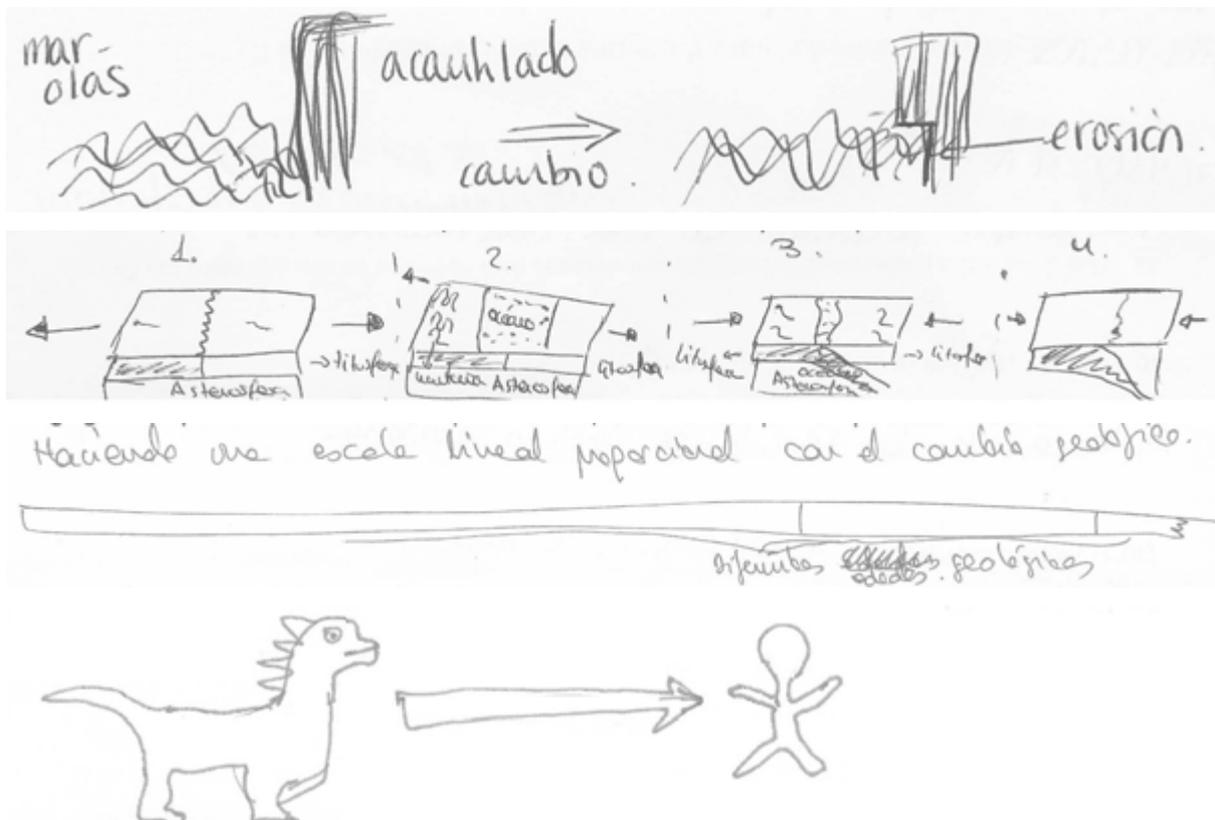


Figura 1. Dibujos explicativos que utilizarían los futuros profesores de Educación Secundaria para explicar la idea de cambio geológico al alumnado.

Por su parte, otros estudiantes (2 casos) introducen alguna propuesta un poco más innovadora a las anteriores, desde el punto de vista metodológico y también coinciden con el entendimiento de la idea de cambio interrelacionada con otros conceptos como tiempo geológico o sucesión causal de estratos. Es destacable que estos dos casos son graduados en Ciencias Biológicas. La transcripción de las respuestas es la siguiente:

Construir una escala lineal de tiempo proporcional al cambio geológico y con las diferentes edades geológicas; Reproducción en plastilina de diferentes estratos.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio nos acercan a las concepciones que tienen los estudiantes del MAPES de la especialidad de Biología y Geología sobre el cambio geológico y si lo asocian a su necesaria conservación en el registro geológico para poder estudiar el tiempo geológico. De este modo, algunos estudios argumentan que la perspectiva temporal de la Geología, y con ello el entendimiento de los cambios, es crucial, por ejemplo, para desarrollar modelos adecuados para la sostenibilidad futura de nuestro planeta (Gould, 1987; Frodeman, 1995). En este sentido, comprender la influencia que puede tener una perspectiva histórica de los procesos geológicos para la economía o la política podría concienciar a los ciudadanos sobre los desastres naturales, los efectos de la construcción de embalses que se colmatan en un corto periodo de tiempo, el cambio climático, entre otros. Deberíamos dedicar más esfuerzo a enseñar a los estudiantes a pensar sobre el futuro, utilizando el pasado geológico como guía.

En cuanto a los futuros profesionales de Educación Secundaria en la especialidad de Biología y Geología, detectamos un abrumador desconocimiento de ideas básicas en Geología. Consideramos fundamental que el profesorado tenga una cultura científica y geológica aceptable para poder hacerse cargo de las asignaturas de su especialidad en Educación Secundaria y Bachillerato. No obstante, somos conscientes de que la muestra del presente estudio es pequeña y que debe profundizarse en la temática utilizando diversos instrumentos de recogida de datos, para alcanzar un mayor grado de entendimiento de las dificultades detectadas.

Una idea que nos preocupa para el futuro de la enseñanza de las Ciencias Geológicas es lo que denominamos “*biogeo-esquizofrenia*”, que definimos como la desconexión en el pensamiento de los individuos entre lo biológico y lo geológico, sin considerar la estrecha relación entre ambas ciencias. Nos planteamos si un futuro profesor de Biología y Geología puede tener una idea acertada de cómo funciona el planeta sin la interconexión de ambas disciplinas, lo que nos lleva a la siguiente y preocupante cuestión: ¿puede un futuro profesor de Biología y Geología desconocer conceptos tan fundamentales de las Ciencias Geológicas como el de cambio o el de tiempo geológico? Ponemos como ejemplo la teoría de la evolución biológica, que sería inexplicable sin la existencia y la comprensión del tiempo “profundo” o tiempo geológico (Delgado, 2014).

Por último, nos unimos a las manifestaciones planteados por diferentes investigadores como Frodeman (1995) o Cervato y Frodeman (2012) argumentando que la perspectiva temporal de la geología es crucial para desarrollar modelos adecuados para la sostenibilidad futura de nuestro planeta.

BIBLIOGRAFÍA

- Ault Jr, C. R. (1982). Time in geological explanations as perceived by elementary-school students. *Journal of Geological Education*, 30(5), 304-309.
- Cervato, C. y Frodeman, R. (2012). The significance of geologic time: Cultural, educational, and economic frameworks. *Geological Society of America Special Papers*. 486, 19.
- Delgado, C. (2014). Collective landmarks for deep time: A new tool for evolution education. *Journal of Biological Education*. 48(3), 133–141.
- Dodick, J. & Orion, N. (2003a). Cognitive factors affecting student understanding of geologic time. *Journal of research in science teaching*. 40(4), 415-442.
- Dodick, J. (2007). Understanding Evolutionary Change within the Framework of Geologic Time. *Journal of Education*. 42, 245-264.
- Dodick, J. & Orion, N. (2003b). Measuring student understanding of geological time. *Science education*. 87(5), 708-731.

- Frodeman, R. (1995). Geological reasoning: geology as an interpretive and historical science. *Geological Society of America Bulletin*. 107, 960-968.
- Libarkin, J. C., Kurdziel, J. P., & 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.
- Lillo, J. y Redonet, L.F. (1985). Didáctica de las Ciencias Naturales. *Editorial Ecir*.
- Marques, L., & Thompson, D. (1997). Portuguese Students' Understanding at Ages 10-11 and 14-15 of the Origin and Nature of the Earth and the Development of Life. *Research in Science & Technological Education*. 15(1), 29-51.
- Marques, L., Rebelo, D., Bonito, J., Morgado, M., Trindade, V., Medina, J., ... Futuro, A. (2017). El lugar de la investigación-formación-innovación en la didáctica de las Ciencias de la Tierra: El caso del tiempo geológico. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 25(3) – 319-329.
- McClure, S., Laibson, D., Loewenstein, G. & Cohen, J., (2004). Separate neural systems value immediate and delayed monetary rewards. *Science*. 306, 503-507.
- Pedrinaci, E. (1993). La construcción histórica del concepto de tiempo geológico. *Enseñanza de las Ciencias*. 11(3), 315-323.
- Pedrinaci, E. y Berjillos, P. (1994). Concepto de tiempo geológico: orientaciones para su tratamiento en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 2(1), 240-251.
- Reguant, S y Brusi, D. (2003). Procedimiento estratigráfico, la memoria estratigráfica y su extensión desde el marco local al nivel global. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 11(2), 101-116.
- Ritger, S. D. & Cummins, R. H. (1991). Using student-created metaphors to comprehend geologic time. *Journal of Geological Education*. 39(1), 9-11.
- 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.
- Trend, R. (1998). An investigation into understanding of geological time among 10 and 11 year old children. *International Journal of Science Education*. 20(8), 973-988.
- 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.
- Trend, R. (2001). Deep 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.
- Vera, J.A. (1994). Estratigrafía: Principios y métodos. *Madrid: Ed. Rueda*.

XX Simposio sobre Enseñanza de la Geología

Libro de Actas

Jesús Duque-Macías

Ana Paula Bernal

(Eds.)



Reserva de Biosfera de Menorca del 9 al 14 de julio de 2018



CONSELL INSULAR
DE MENORCA



PRESENTACIÓN	5
COMITÉ CIENTÍFICO	7
ÍNDICE	9
LA GEOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA OBLIGATORIA, POSTOBLIGATORIA Y UNIVERSITARIA	13
Aprendiendo geología comparando volcanes marcianos con terrestres	15
<i>A. Ortiz-García y F.J. Perez-Torrado.</i>	
El uso de monolitos de suelo como recurso didáctico	25
<i>C. Aguilar y A. Lladós.</i>	
La geología y los errores conceptuales en cuarto de la ESO: un estudio de tres centros escolares del noreste de Gipuzkoa	33
<i>A. Achurra, M. Garín y J.R. Díez.</i>	
Enseñanza de la geología fuera del aula: salida al karst de Itxina	45
<i>H. Portillo, A. Achurra, J.R. Díez.</i>	
Los cambios del nivel del mar y los fósiles	57
<i>S. Blanco-Ferrera y J. Sanz-López.</i>	
Concepto de fósil en niños de primero y segundo de primaria	63
<i>M. Ceballos, J.E. Vilchez y M. Reina.</i>	
Actividad “la máquina del terremoto” para ESO y bachillerato	71
<i>J.A. López Martín, M. González Herrero, P. Alfaro García y J.M. Andreu Rodes.</i>	
La enseñanza de la geología en la educación secundaria: una cuestión problemática. Algunas observaciones en Baleares	83
<i>J.J. Fornós.</i>	
DIVULGACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA GEOLOGÍA	95
Vallcebre: un centro estable para la divulgación de la geología del parque natural del Cadí-Moixeró (Pirineos orientales)	97
<i>A. Martínez-Rius, J. Casóлива y J. Lapuente.</i>	
Hipótesis “Verneshot” o cómo algunos conocimientos en discusión pueden hacer más atractiva y didáctica la enseñanza de la geología	109
<i>J. Duque Macías.</i>	
Itinerarios geológicos como metodología de enseñanza y divulgación en educación secundaria (ejemplos en la provincia de Córdoba)	123
<i>J.L. Sánchez-Roldán y M. Company.</i>	
“Paleosentidos”: descubriendo el Cretácico superior de Tamajón (Guadalajara, España)	135
<i>S.A. Ozkaya de Juanas, J. Audije-Gil, F. Barroso-Barcenilla, M. Berrocal-Casero, P.M. Callapez y M. Segura.</i>	
Geología para todos: campus de ciencias para alumnos con discapacidad visual	143
<i>A. Aberasturi, P. Alfaro, J.M. Andreu, R. Coma, H. Corbí, J. Cuevas, D. Díaz-Canseco, M.V. Durán, C. Domènech, J. González, P. Jáuregui, J. Muñoz y J.M. Villar.</i>	
Geoyincana Alicante: una actividad para divulgar la geología en el campo a estudiantes de ESO y bachillerato	155
<i>J. Cuevas-González, P. Alfaro, J.M. Andreu, J.F. Baeza, D. Benavente, I.F. Blanco, J.C. Cañaveras, H. Corbí, J. Delgado, D. Díez-Canseco, A. Giannetti, I. Martín-Rojas, J. Martínez-Martínez, I. Medina, J. Peral, C. Pla y S. Rosa-Cintas.</i>	
INNOVACIÓN DOCENTE EN MATERIAS GEOLÓGICAS Y SU PROYECCIÓN DE FUTURO Y TIC APLICADAS A LA ENSEÑANZA DE LA GEOLOGÍA	171
Cómo gamificar una práctica de laboratorio para estudiantes de magisterio	173
<i>M.D. López Carrillo y A. Calonge García.</i>	

¿Sesgo de género en el autoconcepto del alumnado del grado en geología de la UPV/EHU?: primeras reflexiones	185
<i>M.J. Irabien, M. Arriolabengoa, B. Bazan, A. Cearreta, A. Pascual, E. Roda, M.K. Urtiaga y M.C. Zuluaga.</i>	
La enseñanza de la geología de España apoyada por el uso de nuevas tecnologías	193
<i>D. García del Amo y L. Antón.</i>	
La realidad aumentada en la docencia universitaria de formas del relieve	203
<i>L. Pando, C. López-Fernández, M.J. Domínguez-Cuesta, S. Blanco-Ferrera, M. Jiménez-Sánchez, J.G. Antuña-Roces y M.J. Vallina-Fernández.</i>	
Ludificación en el aula de ciencias: creación de un “pasapalabra” para el aprendizaje bilingüe de conceptos geológicos	209
<i>J. Fernández-Lozano, J. Bonachea, M. Morellón y J. Remondo.</i>	
ESTUDIOS Y EXPERIENCIAS RELACIONADAS CON EL PROFESORADO EN FORMACIÓN	219
Concepciones del cambio geológico en estudiantes del máster de educación secundaria	221
<i>G. Fernández-Ferrer, F. González-García, F.J. Carrillo y S. Pla-Pueyo.</i>	
Recursos educativos para la enseñanza de la geología	229
<i>E. Moreno-Eiris y A. García Moreno.</i>	
Posibilidades de publicación de recursos didácticos en geología	235
<i>A. García Moreno y E. Moreno-Eiris.</i>	
EXPERIENCIAS DE ÉXITO PARA FOMENTAR VOCACIONES EN LAS CIENCIAS DE LA TIERRA	243
Geología para adultos: una experiencia significativa en el programa senior de la UC	245
<i>J. Fernández-Lozano, J. Bonachea y M. Morellón.</i>	
Exploring fieldwork education through a context of iberian cooperation: activities with sedimentary rocks and fossils in the Cenomanian of Figueira da Foz (Portugal) and Tamajón (Spain)	253
<i>P.M. Callapez, J. Audije-Gil, F. Barroso-Barcenilla, M. Berrocal-Casero, J.M. Brandão, P. Faustino, S.A. Ozkaya de Juanas, R. Pimentel, E. Rodríguez, V. Santos y M. Segura.</i>	
VALORACIÓN DIDÁCTICA DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y LA GEODIVERSIDAD	263
Efectos erosivos del uso y abuso sobre el patrimonio geológico	265
<i>F.X. Roig-Munar, B. Gelabert, J.A. Martín-Prieto y A. Rodríguez-Perea.</i>	
Importancia de las curvas de sensibilidad geoambiental de los sistemas playa-duna de las islas Baleares como herramienta de educación y concienciación	277
<i>F.X. Roig-Munar, B. Gelabert, J.A. Martín-Prieto, A. Rodríguez-Perea y P. Balaguer-Huguet.</i>	
Trama geológica de la historia humana en las costas de Baleares (I) Mallorca y Cabrera	289
<i>L. Carrillo Vigil.</i>	
Trama geológica de la historia humana en las costas de Baleares (II) Menorca, Ibiza, y Formentera	303
<i>L. Carrillo Vigil.</i>	
Retazos de patrimonio geológico de interés turístico de la Red española de reservas de la biosfera	315
<i>M. Monge-Ganuzas, A. Martínez-Rius y C. Martínez-Jaráz.</i>	
LA GEOLOGÍA Y SU INTERRELACIÓN CON OTRAS CIENCIAS	323
El <i>marès</i> y la <i>pedra de sauló</i> (calcarenititas) en la Menorca del siglo XIX	325
<i>A. Obrador.</i>	
Geobiología: dialogo entre la vida y la tierra	335
<i>M.E. Sanz-Montero y J.P. Rodríguez-Aranda.</i>	
Una estrategia didáctica muy salada: estudio multidisciplinar del complejo lagunar de Lillo (Toledo)	341
<i>J.P. Rodríguez-Aranda y M.E. Sanz-Montero.</i>	

XX SIMPOSIO SOBRE ENSEÑANZA DE LA GEOLOGÍA. MENORCA 2018

Rocas de construcción: un ejemplo práctico utilizando pizarras para cubiertas	349
<i>V. Cárdenas, A. Rubio-Ordoñez y S. Blanco-Ferrera.</i>	
TALLERES	353
Realizar cortes geológicos con el programa de dibujo <i>Inkscape</i>	355
<i>S. Martín Velázquez, C. Martín Romera y L. Antón.</i>	
Confección de itinerarios urbanos cooperativos mediante la utilización de la nube	365
<i>H. Durán, M. Colomer y M. Puigcerver.</i>	