

## TIEMPO Y EVOLUCIÓN BIOLÓGICA: UN RECORRIDO JUNTO A LA ALICIA CARROLLIANA

### TIME AND BIOLOGICAL EVOLUTION: A JOURNEY TOGETHER WITH THE CARROLLIAN ALICE

Sthefany Marcela Pachón Pagotes<sup>1</sup>

#### Resumen

En la actualidad pareciera que dentro de las ciencias de la vida la discusión acerca del tiempo puede ser apelada inequívocamente por la Física con su resolución de ecuaciones y su teorización. No obstante, durante siglos la noción temporal ha estado más en manos de la religión que de la ciencia y esta visión es la que ha naturalizado la especie humana, donde una increíble brevedad solapa la inmensidad del tiempo profundo. La Biología, aún con lo vivo como objeto de estudio, pareciera no necesitar de una discusión central acerca del tiempo. Dentro de la Biología, es la Evolución la que es atravesada por el tiempo de forma plenamente clara y es de allí de donde han emergido interrogantes relacionados con el avance, progreso, finalidad y dirección de lo vivo.

Surge entonces la necesidad de indagar en las conversaciones que, diferentes autores han establecido entre el tiempo y la evolución biológica. Por lo anterior, se propuso en el marco del trabajo de fin del Máster en Biología Evolutiva de la Universidad de Málaga, la indagación del papel del tiempo en la evolución biológica a manera de marco de argumentación para contribuir a la visibilización del tiempo en la evolución biológica como agente problematizador y su importancia en la comprensión del hecho evolutivo. Paralelo a esto, y a manera de herramienta explicativa, ya como analogía o ejemplificación, se utilizan apartados de las obras: Alicia en el país de las maravillas y a través del espejo de Lewis Carroll a lo largo del estudio.

**Palabras clave:** Tiempo, evolución biológica, tiempo evolutivo, Alicia en el país de las maravillas.

---

<sup>1</sup> Universidad de Málaga –España. Email: sthefanythule@hotmail.com



## Abstract

At present it seems that within the life sciences the discussion about time can be unequivocally appealed by Physics with its resolution of equations and its theorization. However for centuries the temporal notion has been more in the hands of religion than of science and this vision is what has naturalized the human species, where an incredible brevity overlaps the immensity of deep time. Biology, even with the living as an object of study, does not seem to need a central discussion about time. Within Biology it is Evolution that is crossed by time in a completely clear way and that is where questions related to the progress, progress, purpose and direction of life have emerged.

The need arises then to investigate the conversations that different authors have established between time and biological evolution. Therefore, it was proposed within the framework of the end of the Master in Evolutionary Biology of the University of Malaga, the investigation of the role of time in biological evolution as a framework of argumentation, in order to contribute to the visibility of time in the biological evolution as problematizing agent and its importance in the understanding of the evolutionary fact. Parallel to this, and as an explanatory tool, as an analogy or exemplification, sections of the works are used: Alice in wonderland and through the mirror of Lewis Carroll throughout the study.

**Key words :** Time, biological evolution, evolutionary time, Alice in Wonderland.

## Introducción

Al parecer, el manifestar diferentes nociones relacionadas con la forma en la que se percibe el tiempo es un suceso cotidiano. Se da cuenta de ello desde una percepción ubicada en los acontecimientos vividos o incluso desde la experiencia de otro (humano la mayoría de veces). Hay quienes, desde diferentes áreas de conocimiento, y ya versados en una construcción conceptual del tiempo, han proporcionado a lo largo de la historia diversas definiciones. En ciencias naturales, ha sido la Física quien se ha encargado de problematizar el tiempo y ha hecho lo suyo frente a la resolución de ecuaciones y conceptualización de éste.

Así, la Biología, con lo vivo como objeto de estudio, pareciera no tener la necesidad de reparar en una discusión central acerca del tiempo. Sin embargo,



solo basta con observar cómo, las diversas formas de vida acaecen en diferentes márgenes temporales. Es decir, una niña y un gato, por ejemplo, son organismos que pertenecen a los mismos Phylum y Clase, y pueden confluir en el mismo espacio y tiempo, sin embargo, sus tiempos de desarrollo, de vida como individuo y como especie presentan grandes diferencias.

Dentro de la Biología todas las ramas que le constituyen abarcan, de alguna forma, el tiempo y la forma en que su objeto de estudio se relaciona con él, no obstante, de estas ramas es la Evolución la que es atravesada por el tiempo de forma plenamente clara. La Evolución, pues, como término se refiere al cambio a lo largo del tiempo, lo que Charles Darwin denominaría en su momento como el proceso de “descendencia con modificación” (Ayala, 2012, p. 8-9). Es éste momento histórico de mediados de siglo XIX (acompañado por supuesto de sucesos anteriores a él) en el que se hace latente la oportunidad de descentralizar el protagonismo del hombre como heredero de una creación y la de desmarcar un año cero y pensar en las ideas de cambio y transformación, ideas que llegaron ligadas a la inmensidad del tiempo.



Ese cambio en la visión del tiempo disparó la búsqueda de estrategias que permitieran evidenciar esas nuevas nociones temporales. En la actualidad es posible encontrar en el contexto social percepciones relacionadas con el tiempo enmarcadas en el pasado, presente y futuro a manera de organización causal; incluso muchas de esas ideas traen consigo una fuerte carga religiosa. Como lo mencionan Mestres y Arenas (2005, p. 22) “*nuestra mente se mueve en la vida cotidiana en márgenes de unos pocos miles de años*”, y continúan: “*somos capaces de reconocer fenómenos históricos de hace unos 3000 años antes de Jesucristo y poca cosa más*”. En Biología, es el método el que lleva a tratar el problema del tiempo de una manera indirecta y no teórica, lo cual se explica por el interés que hay en ella por describir los procesos que le acompañan (Murillo, 2010, p. 65). En cualquier caso, se distingue un alejamiento al cuestionamiento del tiempo. Sin embargo, como se verá más adelante, diversos trabajos se han preocupado por estudiar esta relación y lo que de ella surge.

En este trabajo la indagación del papel del tiempo en la evolución biológica se presenta como un marco de argumentación, en el que no se pretende discutir con ninguna rama de conocimiento acerca de la naturaleza del tiempo, ni tampoco busca la relativización del mismo en un sinfín de micro-funciones. Esta indagación

busca contribuir a la visibilización del tiempo en la evolución biológica como agente problematizador y su importancia en la comprensión del hecho evolutivo. Se presta atención al concepto tiempo, entendiendo la importancia del acercamiento a éste dentro de la evolución biológica y las posibles categorías en que se desarrollará el presente trabajo. Se expone la memoria metodológica, esto es, el proceso de selección y sistematización de documentos, acudiendo a una investigación de tipo cualitativo que es el análisis documental.

Como consecuencia, se presenta un balance documental en el que se narra lo que se encontró a raíz de la metodología de investigación y la forma en la que finalmente se estructuran las categorías. Es importante mencionar que a manera de herramienta escritural para efecto de la narración de dichas categorías se utilizarán apartados de *Alicia en el país de las maravillas* y *Alicia a través del espejo*.

### Aspectos metodológicos

Revisar el panorama en el que se ha investigado alrededor del tiempo en la Evolución Biológica requirió de una búsqueda sistemática de documentos que analizaran la cuestión. Para ellos se unieron dos metodologías de diseño cualitativo e interpretativo de tipo documental. De esta manera se utilizó en *primera instancia* la metodología de estado del arte siguiendo la estructura propuesta por Gómez *et. al* (2015) y que, como ellos mismos mencionan, encamina la selección, acceso y registro de la muestra documental. En *segunda instancia*, y a manera de complemento, se utilizó la técnica de análisis de contenido que consiste, según Páramo (2013) en identificar dentro de un documento los datos, clasificarlos con base en las diferentes categorías de análisis y posteriormente describir e interpretar los contenidos de acuerdo a los objetivos del trabajo.

#### 2.1 Primera instancia: Obtención y selección de la información

##### a) Búsqueda online de publicaciones y manuales de evolución:

Éste proceso inició bajo el criterio de búsqueda basada en palabras clave como tiempo evolutivo, tiempo en biología, tiempo en biología evolutiva, tiempo geológico, tiempo profundo, (y sus homónimos en inglés). El segundo criterio de selección, una vez encontrado cada documento, fue revisar en una lectura inicial si



se ubicaba dentro del objeto de estudio y si la fuente a la que pertenecía mantenía una rigurosidad académica. De esta manera quedó un total de 32 documentos entre los cuales se cuenta con 25 artículos de revista, 2 artículos recogidos en una conferencia y un simposio, 1 trabajo de fin de máster y 3 manuales de evolución.

a) *Elaboración de una matriz bibliográfica:*

Se organizó la información rescatando datos como año de publicación, accesibilidad al material, fuente específica, palabras utilizadas para encontrar cada uno de los documentos en el motor de búsqueda, palabras clave y utilizando el programa **Atlas.Ti** se rescataron conceptos a manera de descriptores, esto se refiere a las palabras más significativas del documento por número de aparición en él. Los documentos databan de 1987 a 2017. En cuanto a las palabras clave y los descriptores, estos fueron revisados y comparados en busca de coincidencias.

## 2.2 Segunda instancia: Organización de la información

a) *Construcción de Matriz analítica:*

Continuando con lo sugerido por Gómez *et. al* (2015) se construyó una Matriz analítica de contenido. Ya que se dio aquí la construcción de Categorías se tuvo en cuenta, las *diferentes conceptualizaciones del tiempo dentro de la Evolución Biológica, la instrumentalización del tiempo y la flecha del tiempo*. De esta manera en la Matriz analítica se ubicaron los 32 textos de la muestra en vertical. De cada texto se extrajeron párrafos y frases –*Unidades de información*- en las que se estaba desarrollando una temática relacionada con las tres categorías mencionadas. Cada documento en la Matriz analítica se identificó inicialmente con la misma numeración asignada en la matriz bibliográfica, después de caracterizarlo se procedió a la ubicación de sus unidades de información correspondientes, identificadas a su vez con el número de página de las que se extrajo. A continuación, y con relación a su contenido se asignaron una o más palabras de tipo descriptor denominado como subcategoría. Se encontró un total de 226 unidades de información ubicadas en 21 subcategorías a lo largo de los 32 documentos.

b) *Categorías:*

Entendiendo que en el análisis de contenido (Páramo, 2013) la determinación del sistema de categorías, la obtención de datos de investigación a partir de diferentes fuentes y la identificación de información relevante a partir de los datos obtenidos se ubican como proceso inicial y secuencial, la construcción de categorías de investigación se basó en las subcategorías ya mencionadas de tal manera que



estas conformaron su base conceptual. La lectura de las subcategorías en la matriz analítica desembocó en la conformación de las categorías de análisis que como lo afirman Gómez *et. al* (2015, pág.426) son los principios rectores que guían todo el proceso, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos y dando claridad, minuciosidad y análisis sobre el objeto de investigación. Así, cada una de las tres categorías de investigación está basada en diferentes subcategorías que no son más que el reflejo de parte del contenido textual de los documentos recopilados.

## Resultados

Se obtuvo documentos entre los años 1987 y 2017, presentando una relativa constancia en los años de publicación. De allí es posible inferir que si bien hay una preocupación por indagar acerca del tema la mirada debe fijarse en las posibles variaciones dentro del contenido de los textos.

Pese a que se esperaba encontrar los documentos en el área de Biología, estos variaron dentro de 5 campos de conocimiento. En los campos de Biología, Geología y Ecología se encontraron 13 de los documentos, en los que se encontró un abarcamiento de tiempo desde la geología, manteniendo temas transversales como el registro fósil, el tiempo y la escala geológica y las tasas de evolución. De esta manera se encontraron referencias a: direccionalidad y la problematización del progreso dentro de la temática de Selección Natural y Adaptación, la perspectiva creacionista frente a la evolución biológica y el contraste temporal a manera de comparación de forma gráfica.

Por otra parte, se encontró que la mayoría de los documentos se ubicaban en la Enseñanza de las Ciencias y la Filosofía de las Ciencias. Estos 18 documentos problematizan las percepciones de tiempo y la forma en que estas son recibidas e interpretadas. Muchos de estos documentos muestran como la visión antropocéntrica y creacionista afectan a la comprensión del tiempo en Evolución Biológica. Lo anterior se manifiesta como una incorrecta interpretación de lo que es en sí la Evolución Biológica y en expresiones erróneas de avance y direccionalidad guiada por una fuerza creadora, en sí un carácter teleológico. Otro factor importante dentro del análisis global de la información fue la comparación de palabras y descriptores. Lo anterior está íntimamente ligado a la construcción de subcategorías, puesto que se pretendía buscar puntos de encuentro o



distanciamiento entre los textos. De esta manera pudo inferirse que la mayoría de los conceptos se relacionan con los tipos de tiempo, los mecanismos de medición de éste y el uso del tiempo como instrumento de explicación del hecho evolutivo. Sin embargo y pese a lo visto en términos generales anteriormente, en los 32 documentos no se presenta una relevancia en exponer lo relacionado con de la dirección del tiempo pese a que en muchos de los documentos se expone como obstáculo epistemológico, como ya comenté, al pensamiento teleológico.

Una vez construida la Matriz de análisis de contenido es posible hacer una lectura relacional entre las subcategorías. Las unidades de información son finalmente, lo que genera en mayor parte, el cuerpo argumentativo de cada una de las tres categorías: Tipos de tiempo, Instrumentalización del tiempo y Flecha del tiempo, que se presentan a continuación, a manera de discusión entre las diferentes posturas revisadas en los 32 documentos.



### **Categoría i: los tipos de insectos en el bosque o tipos de tiempo**

—Si conocieras al Tiempo tan bien como lo conozco yo —dijo el Sombrerero—, no hablarías de matarlo. ¡El Tiempo es todo un personaje!

En los diferentes textos revisados se encontró una gran particularidad frente a la forma en que se categoriza, conceptualiza y define el tiempo en biología evolutiva. De esta manera hay una demarcación importante en la definición del tiempo. Éste fue dividido en diferentes instancias como: tiempo geológico, profundo, evolutivo, ecológico, cronométrico y biológico, sin olvidar el carácter absoluto y relativo del tiempo en sí. El cuestionamiento de Alicia acerca de la utilidad que un nombre tiene para un insecto y su posterior explicación de que dicha utilidad solo tiene sentido para quienes hacen la nominación, se ajusta bastante bien con esta problemática. Habrá quienes alegarán que el tiempo se presenta desde la unicidad de la definición de la Física, o quienes afirmen que hay tantas conceptualizaciones del tiempo como perspectivas humanas de éste existan.

### **Categoría ii: de conejos y cronógrafos y la continuidad en la hora del té o instrumentalización del tiempo**

Musacchio (2004, p. 150-151) lo recopila como dos alternativas: la “medición” del tiempo basada en fenómenos recurrentes que puede ser instrumentada sobre la

base del año sidéreo tomado como unidad y la “medición” del tiempo basada en fenómenos irreversibles que acude a puntos relevantes del registro fósil. Sin embargo, no hay que olvidar que en evolución (Mestres y Arenas, 2005) hay otra “forma de medir el tiempo, que es el número de generaciones”, así “en el ámbito de la genética de poblaciones se cuantifican los cambios evolutivos en el transcurso de las generaciones”. Ahora bien, ni el reloj de Alicia marca el año, ni el del Sombrero marca la hora, la razón conjunta al parecer es que los dos relojes han pasado mucho tiempo dentro de un mismo momento temporal. Ésta, que pareciera una disparatada discusión puede guiarnos a lo que Diéguez y Burrieza (1996, p. 9) afirman cuando plantean que es posible hacer “uso del tiempo como un instrumento, una herramienta dentro de un modelo o teoría para explicar la realidad [...] una herramienta matemática para encajar las apariencias”.

### **Categoría iii. el tren y el gato: voces de dirección o la flecha del tiempo**

Minino de Cheshire, ¿podrías decirme, por favor, ¿qué camino debo seguir para salir de aquí?

—Esto depende en gran parte del sitio al que quieras llegar —dijo el Gato.

—No me importa mucho el sitio... —dijo Alicia.

—Entonces tampoco importa mucho el camino que tomes —dijo el Gato.

—... siempre que llegue a alguna parte —añadió Alicia como explicación.

— ¡Oh, siempre llegarás a alguna parte —aseguró el Gato—, si caminas lo suficiente!

Es posible afirmar que el tiempo va en una dirección, hacia algún adelante, es decir, no hay posibilidad alguna que un paleontólogo de nuestro siglo vaya en persona a asesorar a Charles Doolittle Walcott en la formación de Burgess Shale, pero sí que puede trabajar en la reconstrucción de Hallucigenia. Gould (1992, p. 29) estableció una dicotomía entre la Flecha del Tiempo y el Ciclo del Tiempo. Los textos revisados, presentaron frente a la direccionalidad temporal, en comparación con las tipologías temporales que conforman la Categoría I y la visión de Instrumentalización que dio origen a la Categoría II, una menor preocupación. ¿Por qué la Flecha del Tiempo, a pesar de haber sido revisada por diferentes autores en Biología, no ha sido mayormente divulgada? Quizás sea por la misma razón que se escucha recurrentemente: Si la evolución es cierta, ¿por qué no surgen humanos de un chimpancé o un gorila?



## Conclusiones

El tiempo, quizás por ser ya objeto de estudio de otra ciencia, la Física, pareciera no requerir de mayor atención. No obstante, en Biología no es suficiente la mera conceptualización proporcionada por la Física para explicar el fenómeno de la vida. Quizás la palabra tiempo sea utilizada por un docente de Biología un sinnúmero de veces a lo largo de una sola de sus clases, y ni qué decir del número de veces en que dicho concepto ha de cruzar por su cabeza al dar vueltas a un problema de investigación. La revisión sobre el tiempo en Biología, como se vio, no es una novedad, éste viene pensándose incluso antes de la publicación del *Origen de las especies* con el estudio de la geología, para el mismo Darwin fue una pieza clave y grandes biólogos como Gould le abrieron espacio en libros enteros. Aunque en la actualidad hay una escasez de literatura de investigación frente a dicha problemática (Trend, 2001, p. 195).

Los estudios revisados nos hacen cuestionarnos si ¿Estamos pasando por alto nociones realmente estructurantes para la comprensión de la Biología evolutiva por considerarles obvias o ya definidas? La Biología es una ciencia joven, una que, si bien no puede dejar de lado otros campos de conocimiento y toda su construcción epistemológica y disciplinar, si debe replantearse las nociones conceptuales que le estructuran ¿Que nos dice la Biología Evolutiva cuando habla del tiempo? Se encuentra en el trabajo de Sequeiros *et. al*, (1996), quienes se referían al tiempo geológico como una magnitud que “*implica acontecimientos, sucesión e historia*”. Ellos concluyen que “*entender esto resulta básico para formular una propuesta que facilite su aprendizaje*”. Si bien en el presente documento no se presenta una propuesta de aprendizaje sí que se busca mostrar un posible panorama de investigación, debate o exploración.

El Jabberwocky es una Quimera alada constituida por una variedad de rasgos pertenecientes a diferentes organismos. Tiene dientes y garras letales. Vive en el bosque Turgal. Aparece ante Alicia a manera de personaje principal de un poema que lleva su nombre y que ella misma lee, un poema con una escritura particular, algo confusa. Para la Biología evolutiva el Jabberwocky no es el tiempo, es la tendencia a pasar por alto el estudio de conceptos que se etiquetan bajo el yugo de la obviedad y corren el riesgo dentro de ello de perderse. A esos Jabberwocky´s habrá que cortarles la cabeza.



## Bibliografía

- Andrade, E. (2009). La ontogenia del pensamiento evolutivo. *Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia*.
- Arrieta, A. (1995) Cuatro discusiones en torno al tiempo. *Contextos XIII/ 25-26*. P. 251-271
- Ayala, F. (2012). *Grandes cuestiones. Evolución*. Ariel.
- Bonito, J., Medina, J., Morgado, M., Rebelo, D., Monteiro, G., Martins, L. y Marques, L. (2011). La naturaleza del tiempo y su complejidad: el caso del tiempo geológico –implicaciones educativas. *Dyna*, 169(78), 247-257.
- Buffon, G.L.L (1749) Citado en: Pérez, C., Bueno, A., & Gutiérrez, R. (2016). Charles Darwin y la estimación del tiempo geológico. *Philosophy & History of Biology/Filosofía e História da Biologia*, 11(1). p.24
- Carroll, L. (2003). *Alicia en el país de las maravillas*. Ediciones del Sur. Argentina.
- Carroll, L. (2004). *A Través del espejo y lo que Alicia encontró allí*. Ediciones del Sur. Argentina. E- book
- Darwin, Ch. (1872) *El origen de las especies*. Trad. Antonio de Zulueta. 2. Ed. México, DF.: Universidad Nacional Autónoma de México. 2009.
- Dawkins, R. (2004). *El cuento del antepasado: Un viaje a los albores de la evolución*. Antoni Bosch editor.
- Dieguez, A., y Burrieza, A. (1996). Instrumentalización del tiempo. *Analogía Filosófica*. México. P. 113-138
- Futuyma, D. (2005). *Evolution*. Sunderland, Massachusetts, U.S.A: Sinauer Associates INC.
- Gómez, M., Galeano, C. y Jaramillo, D. A. (julio-diciembre, 2015). El estado del arte: una metodología de investigación. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 6(2), 423-442.
- Gould, S. (1994) *La vida maravillosa*. Crítica, Barcelona.
- Gould, S. J., & Gould, S. J. (1992). *La flecha del tiempo: mitos y metáforas en el descubrimiento del tiempo geológico* (No. 551.7). Alianza.
- Gould, S. J. (2001). *Las piedras falaces de Marrakech: penúltimas reflexiones sobre historia natural*. Crítica, Barcelona.
- Gould, S. J (2006). *El pulgar del panda*. Crítica. Barcelona
- Jacob, F. (1970). *La lógica de lo viviente, Una historia de la herencia*. Tusquets Editores 1999. Barcelona.
- Mestres, F., & Arenas, C. (2005). La percepción del tiempo evolutivo. *Ludus Vitalis*, 13(24), 15-24.



Murillo, J. (2010). El tiempo y los métodos de la biología. *Studia Poliana*(12), 61-75.

Musacchio , E. A. (2004). Procesos recurrentes y procesos irreversibles en geología histórica. En M. R. A, L. A. Martins, C. Silva, & J. Ferreira (Ed.), *Filosofía e história da ciência no Cone sul: 3º Encontro.* (págs. 144-152). Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul (AFHIC).

Páramo, P. (2013). *La Investigación en Ciencias Sociales: Estrategias de Investigación.* Universidad Piloto de Colombia. Bogotá, Colombia.329

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

Stewart, J. (2000). *Evolution's arrow, The Direction of Evolution and the Future of Humanity.* Canberra, Australia: The Chapman Press.

Trend, R. (2001). Deep Time Framework: A Preliminary Study of U.K. Primary Teachers'. *Journal of research in science teaching*, 38(2), 191-221.

Vargas, E.; Espinoza, R. (2013). Tiempo y Edad biológica. *Arbor*, 189(760):a022. doi:<http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2013.760n2008>.



### ANEXO: LISTADO DE TRABAJOS ANALIZADOS

Título	Autor	Año
Enseñar y Aprender Biología Evolutiva en el siglo XXI.	Ruíz Gutierrez, R., Álvarez Pérez, E., Noguera Solano, R., & Esparza Soria, M. S.	2012
Procesos recurrentes y procesos irreversibles en geología histórica.	Musacchio, E. A.	2004
Pequeñas claves para comprender mejor el Tiempo en Geología.	Ferrera, S. y López, J.	2014
El concepto de tiempo geológico: orientaciones para su tratamiento en la educación secundaria.	Pedrinaci, E. y Berjillos, P.	1994
Cómo enseñar y aprender los significados del tiempo geológico: algunos ejemplos.	Sequeiros, L., Pedrinaci, E. y Berjillos, P.	1996
El tiempo y los métodos de la biología.	Murillo, J.	2010
Una contribución para la educación de la ciudadanía: el tiempo geológico.	Medina, J., Rebelo, D., Morgado, M., Monteiro, G., Bonito, J., Martins, L., y otros	2013
La naturaleza del tiempo y su complejidad: el caso del tiempo geológico –implicaciones educativas.	Bonito, J., Medina, J., Morgado, M., Rebelo, D., Monteiro, G., Martins, L. y Marques, L.	2011
The biology of time across different scales.	Buonomano, D	2007
Evolution on ecological time-scales.	Carroll, S., Hendry, A. P., Reznick, D., & Fox, C.	2007
What is Deep Time and why should anyone care?	Zen, E.-a.	2001





Is the age of the earth one of our "sores troubles?" Students' perceptions about deep time affect their acceptance of evolutionary theory.	Cotner, S., Brooks, D., & Moore, R.	2010
Deep Time Framework: A Preliminary Study of U.K. Primary Teachers'.	Trend, R.	2001
Didáctica del tiempo en geología: Apuntes en internet.	Alegret, L., Meléndez, A., & Trallero, V	2001
Measuring Student Understanding of Geological Time.	Dodick, J., & Orion, N.	2003
Developing a Sense of Scale: Looking Backward.	Jones, M., & Taylor, A.	2009
La percepción del tiempo evolutivo.	Mestres, F., & Arenas, C	2005
College Student Conceptions of Geological Time and the Disconnect Between Ordering and Scale	Libarkin, J., Kurdziel, J., & Anderson, S.	2007
Portuguese Students' Understanding at Ages 10-11 and 14-15 of the Origin and Nature of the Earth and the Development of Life.	Marques, L., & Thompson, D.	1997
Tiempo y Edad biológica.	Vargas, E.; Espinoza, R.	2013
Tiempo y evolución.	Vargas, E.	2012
Organic Evolution in Deep Time: Charles Darwin and the Fossil Record.	McGowran, B.	2013
Las dimensiones biológicas: el tiempo ecológico y el evolutivo.	Sarukhán, J.	1987
Rapid evolution and the convergence of ecological and evolutionary time.	Hairston, N. G., Ellner, S. P., Geber, M. A., Yoshida, T., & Fox, J. A.	2005
The timetable of evolution.	Knoll, A. H., & Nowak, M. A.	2017
Deep Time:A public engagement literature review.	Wormald, D.	2017

Estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje de las eras geológicas dirigida a estudiantes del grado noveno del colegio Joaquín Ochoa Maestre	Rengifo Solano, G	2016
Tiempo y modo de evolución.	Rosso, C.	2012
Charles Darwin y la estimación del tiempo geológico.	Pérez-Malvárez, C., Bueno-Hernández, A. A., & Gutiérrez, R. R.	2016
Evolution: a begginer's guide	Guttman, Burton;	2005
Evolution.	Futuyma, D.	2005
Evolution.	Ridley, M.	2004

