

Lo que sabemos y lo que enseñamos sobre la historia de la vida en la Tierra

Ezequiel Martín Safa¹ y Darío Martín Genovese²

Comenzar, persistir, adaptarse y evolucionar

Hace alrededor de 4.500 millones de años se formó la Tierra, por entonces inhóspita para la vida. Gradualmente fueron apareciendo formas de vida y comenzó la evolución biológica, a la que podríamos definir como el conjunto de cambios experimentados por las poblaciones biológicas a lo largo del tiempo. Actualmente, gracias a este proceso dinámico y continuo, nuestro planeta alberga cerca de 8,5 millones de especies diferentes de animales, plantas y otros seres vivos.

La capacidad de la vida de adquirir y desarrollar nuevas estrategias, le ha permitido adaptarse a un planeta dinámico. A una Tierra en la que, a lo largo de su historia geológica, han ocurrido diferentes acontecimientos como caída de meteoritos, cambios en el régimen climático, variaciones en el nivel del mar, actividades sísmicas y volcánicas e incluso la deriva de los continentes; acontecimientos que impactaron de distinto modo sobre los organismos vivos (Sánchez, 2009). Estos sucesos incidieron en la historia de la vida sobre la Tierra.

Tal vez y, siguiendo la línea de Teresa María Sánchez (2009), lo más interesante de la vida es su capacidad de persistir permitiendo a los organismos adquirir y desarrollar nuevas estrategias para adaptarse a estas condiciones, evolucionando. Existen restos preservados de animales, plantas y otros organismos del pasado distante que no son visibles, pero que conocemos de manera indirecta. Sin embargo, representan solo una ínfima parte de la vida de una larga historia que comenzó hace tiempo. Esta historia de acontecimientos no está totalmente acabada, día a día obtenemos reportes con nuevos descubrimientos de registros fósiles o nuevos posicionamientos frente a la interpretación de las teorías sobre su origen.

El estudio de la historia de la vida sobre la Tierra resulta especialmente atractivo a los y las estudiantes. Las características de los saurópsidos de la era mesozoica, los primeros homínidos, la fauna de los períodos glaciales o la evidencia fósil en general, combinan principios y conceptos de muy diversas ramas científicas (Alcalá, González y Luque, 2010, p. 216). Todo ello, alberga un gran potencial didáctico que permite emplearlo como recurso para el desarrollo y

facilitación de la actividad docente. Dicha potencialidad didáctica es recuperada en el nivel primario de la escolaridad, tanto en el primero como en el segundo ciclo, en el eje denominado el *mundo de los seres vivos*. En esta etapa de la escolaridad, se promueve la modelización a partir de asimilar el “proceso que tiene lugar en la naturaleza, cuando las condiciones físico-químicas eran las idóneas y la resina y animal fosilizaban, dando lugar a un peculiar fósil en el que el ámbar favoreció la conservación de estructuras microscópicas de los animales y plantas que quedaron atrapados”. En los talleres con los /las niños/as se reemplazó el ámbar por elementos “análogos, tales como caramelos fundidos que imitan la resina y restos orgánicos o figuras diversas que corresponden a los fósiles del interior” (Alcalá, González y Luque, 2010, p.217). En cambio, este tipo de actividades no se observan en el nivel secundario.

El artículo que compartimos en este espacio, surge de una experiencia de adscripción en el espacio curricular “Historia de la vida en la Tierra y procesos evolutivos”, de cuarto año del profesorado de Educación Secundaria en Biología del Instituto de Educación Superior “Simón Bolívar”. A partir de ella, el artículo toma como eje central el análisis, debate y problematización de los conocimientos en la enseñanza de la historia de la vida en la Tierra (hvT) en el nivel secundario.

Por qué concebir a las eras geológicas como un recurso de historización de la vida

Los aportes de la Geología en la reconstrucción de la hvT resultan imprescindibles. Buscar e interpretar las huellas que los procesos geológicos han dejado en las rocas, requiere un largo aprendizaje, siendo una de las finalidades de la Geología. Modificar la percepción hacia las rocas, como archivos históricos colmados de información acerca de las condiciones en las cuales se formaron y los procesos que atravesaron, supone un avance a la hora de dejar atrás la imagen de un simple objeto estático (Sequeiros, Pedrinaci y Berjillos, 1996).

Las eras geológicas son unidades geocronológicas formales en escala temporal, que posibilitan el estudio de la evolución de los fenómenos geológicos y la hvT. Para Rengifo- Solano (2016) el interés del concepto de escala temporal geológica reside en que permite

¹ Leticia Ezequiel Martín Safa. Profesor en Biología. Cursa la Licenciatura en Ciencias de la Educación. Se desempeña como Coordinador de Cursos y Docente en Educación Secundaria, Tutor de la Formación Complementaria Docente en los Profesorados de Educación Secundaria en el Instituto Superior de Estudios Pedagógicos. ezequielsafa@gmail.com. ² Darío Martín Genovese. Biólogo y Profesor en Ciencias Biológicas. Cursa el Doctorado en Ciencias Químicas y la Maestría en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología en la UNC. Docente en Profesorados de Educación Secundaria y en Práctica Docente IV y Residencia e Historia de la vida en la Tierra y procesos evolutivos, en el ISFD Simón Bolívar. genovesedariomartin@gmail.com.

secuenciar y datar eventos; no obstante, dichos sucesos comprenden un rango tan amplio de escalas, que en multitud de ocasiones, resultan confusos para los y las estudiantes. Visibilizarlo, nos permite desarrollar y promulgar en ellos una perspectiva dinámica del planeta Tierra, entendiendo que los cambios que se producen en la biota son resultado de procesos paulatinos que se desarrollan en algunos casos a corto y en otros, a muy largo plazo.

Resulta imperioso no solo aprender contenidos sino desarrollar competencias relacionadas con los modos de hacer y de pensar las ciencias naturales, de modo que permitan su participación como ciudadanos críticos y responsables en un mundo donde la inmediatez de la información tiende a parcializar los conocimientos obtenidos interdisciplinariamente. No obstante, la propia complejidad del mundo en que vivimos nos obliga a valorar los fenómenos interconectados (Pérez-Matos y Setien-Quesada, 2008). Es decir, las actuales situaciones físicas, biológicas, sociales y psicológicas no actúan, sino que interactúan recíprocamente. La descripción del mundo y de los fenómenos actuales exige una nueva forma de valoración desde una perspectiva más amplia, una nueva forma de pensar en búsqueda de un nuevo paradigma que permita interpretar la realidad actual.

Por su parte, Rengifo-Solano (2016, p.19), sostiene que “en los contenidos que integran los currículos de Ciencias Naturales para la enseñanza obligatoria, el concepto de tiempo geológico probablemente sea uno de los que ofrece mayores dificultades de aprendizaje”. Si se sigue en esta línea de pensamiento, Marques et al. (2017) señalan que, comprender acertadamente este concepto es un proceso complejo que resulta de la preparación que tiene el cerebro humano para abarcar una cierta dimensión del tiempo. Por ello, el enfoque curricular de este concepto requiere el desarrollo de una visión multidimensional, un pensamiento holístico que recoja los aportes de otras disciplinas y áreas del conocimiento. Para poder aprender y explicar estos procesos geológicos, los y las estudiantes necesitan una base cognitiva que les permita comprender la magnitud de la escala de tiempo geológico (Chakour et al., 2019).

Las bases de la historia

En este sentido, es decir el de la enseñanza de la hvT que utiliza como recurso las eras geológicas, entendemos que los protagonistas son los organismos representados por sus restos fósiles. Por su parte, el entorno está constituido por la dinámica de nuestro planeta que incluye la biodiversidad, así como cambios climáticos, eustáticos, paleogeográficos además de una cronología que establece un orden temporal de los hechos y que está representada a través del tiempo geológico.

Los especialistas utilizan un tipo de división de escala temporal geológica para separar la historia de la Tierra y de la vida. Estas divisiones son conocidas como eras geológicas, subdivididas en períodos, lo cual ha consentido obtener evidencias que permiten caracterizarlas por el tipo de organismos que poblaron predominantemente la Tierra en ese momento. La

historia evolutiva de los organismos se ha ido revelando en forma progresiva. Comienza con el origen de los primeros seres vivos, hace 3.800 millones de años aproximadamente, y llega hasta nuestros días con una extraordinaria diversidad de organismos, conocida aún en forma limitada gracias al aporte de varias disciplinas. Entre estos dos extremos temporales han ocurrido innumerables eventos, relacionados con el origen, evolución y extinción de una infinidad de especies.

Las implicancias áulicas

A nadie extraña que las ideas alternativas de los estudiantes son un importante problema que dificulta el aprendizaje. Actualmente, en la Didáctica de las Ciencias, “los estudios sobre las ideas alternativas del alumnado son el punto de partida de buena parte de las investigaciones que se llevan a cabo y un referente imprescindible para el diseño de un currículo” (Sanmartí, 2017, pp.11-12), más aún en un tema alejado de su realidad. Pero poco nos preguntamos en torno a cómo secuenciar los contenidos vinculados a la enseñanza de la hvT. A nuestro criterio, este es justamente el eje organizador que permite plantear estrategias didácticas significativas para los alumnos.

Quizás el desafío actual para un alumno no pasa por acceder a la información científica sino en poder darle sentido y discernir cuál información es confiable y cuál no. En palabras de Sánchez (2009), en toda historia se debe tener en cuenta a los protagonistas, el tiempo y el entorno en el que se desarrollaron los acontecimientos. Quizás el tiempo sea uno de los aspectos que genere más dificultades en la enseñanza, puesto que, como magnitud es una abstracción. En cambio, enfocado desde el tiempo geológico implica acontecimientos, sucesión e historia. Entender estas diferencias resulta básico para formular una propuesta didáctica que facilite su aprendizaje (Sequeiros, Pedrinaci y Berjillos, 1996). Este tiempo se encuentra compuesto por las nociones de cambio geológico, sucesión casual, facies, duración y cronología; lo cual estaría intentando superar una visión estática por una visión más dinámica que permita a los y las estudiantes comprender esta cronología.

De este modo, bien como *investigadores* en función del análisis de las rocas o como *detectives*, buscando huellas de los procesos geológicos que marcan hitos en la continuidad de la vida, los y las jóvenes pueden dar sentido a la hvT. Se trata de desarrollar en ellos, la confianza de que pueden concebir y relacionar estas huellas como producto de un proceso de cambios geológicos que se han originado en millones de años, dando de este modo significado a sus intervenciones, lo que permite construir los aprendizajes, guiados por el/ la docente. En consecuencia, como mencionan Sequeiros, Pedrinaci y Berjillos (1996), ello debe invitarlos a conocer las teorías, principios y métodos de trabajo que les ayudarán en ese largo e interesante camino que supone aprender a interpretar los registros geológicos y reconstruir su historia.

Lo interesante, al plantear el estudio de la hvT en función de una cronología, es desarrollar estrategias didácticas atractivas que permitan una amplia gama de actividades, tales como la reconstrucción de historias a partir de huellas dejadas por fósiles o la modelización, entre otras. Asimismo, aproximándose al conocimiento de los métodos de datación absoluta y relativa y a la división del tiempo geológico, los debates o contraposición de posturas a partir del planteo de actividades en relación a los procesos geológicos, propicia un aprendizaje significativo de la hvT. En línea con lo anterior, “cuando un estudiante construye una justificación con fundamento científico muestra que ha comprendido un determinado fenómeno científico, hasta el punto de que es capaz de interrelacionar teorías y conocimientos y aplicarlos al caso concreto planteado” (Custodio, Márquez y Sanmartí, 2015, p.135).

Quizás se ha de tener en cuenta que sus percepciones implican disponer de *imágenes mentales* de acontecimientos geológicos, y su aprendizaje no responde a la ley del *todo o nada* sino que, afortunadamente, permite diversos niveles de aproximación. Sequeiros, Pedrinaci y Berjillos (1996) hacen referencia a la necesidad de diferenciar entre la diversidad de ideas de los y las estudiantes, que van desde ideas inducidas por un inadecuado tratamiento escolar hasta otras que constituyen verdaderos obstáculos epistemológicos y desde nociones aisladas hasta nociones relacionadas que pueden funcionar como teorías o modelos implícitos. De esta manera, estas ideas pueden estructurarse en modelos de pensamiento propios del estudiante que indudablemente reflejan el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

El reto de la secuenciación y los aportes del DiCESeC a su logro

En la República Argentina, tras las sucesivas reformas curriculares del Sistema Educativo, los contenidos referentes a Ciencias de la Tierra se han reducido progresivamente. Actualmente se limitan, casi exclusivamente, al nivel primario. Resulta sorprendente, ante su complejidad e importancia, la escasa relevancia que se le otorga en el Sistema Educativo Argentino a los contenidos de Ciencias de la Tierra, particularmente en el Diseño Curricular de Educación Secundaria de la provincia de Córdoba (DiCESeC). A ello le sumamos, acorde con lo que señalan Chakour, Selmaoui, Alami & Zaki (2016) que en general, los trabajos didácticos relacionados a la enseñanza y el aprendizaje de la Geología son poco frecuentes en comparación con los de otras disciplinas científicas como la Física y la Biología.

El DiCESeC solo establece, asociada a la diversidad, la consideración de su evolución a través del tiempo, posibilitando la comprensión de mecanismos relacionados con la continuidad de la vida y los procesos vinculados a los cambios de los seres vivos. Con base en ello, se considera a las eras geológicas como un recurso para el abordaje y profundización de dichos mecanismos, de acuerdo con modelos

científico-escolares progresivamente más cercanos a los propuestos por los científicos. Asimismo, cuando el DiCESeC plantea el contenido en segundo año del Ciclo Básico de la Educación Secundaria, lo hace desde una aproximación al conocimiento de las teorías que explican el origen de la vida y su relación con las funciones vitales, como una expresión de la unidad de los seres vivos. Más allá de lo que señalamos, respecto al Ciclo Básico de la Educación Secundaria, los contenidos objeto de este estudio solamente atienden a la Orientación en Ciencias Naturales, en cuarto año de la asignatura Biología, al referirse al conocimiento de explicaciones científicas acerca del origen de la vida. Esta orientación, a su vez transversaliza en quinto año con el espacio curricular Ciencias de la Tierra, en el cual a partir de los ejes: estructura, composición y dinámica e historia geológica de la tierra propone el desarrollo de esta temática. Preocupa más aún, si consideramos que en el Ciclo Orientado se encuentra tan solo estimativamente en el 13% de los establecimientos educativos de gestión pública de la provincia de Córdoba. Por ello, consideramos relevante ampliar el conocimiento acerca de las diversas estrategias de enseñanza de la hvT que posibiliten crear en el aula contextos significativos, científicos, sociales y personales que viabilicen evolucionar en los modelos de ciencia escolar. Consideramos que, para lograr este objetivo, una de las vías pertinentes es innovar en las estrategias y en los recursos didácticos.

Por otra parte, tal señalamos líneas arriba, es acotado lo que DiCESeC precisa sobre la secuenciación de contenidos y hasta queda desarticulado acorde a las distribuciones de los espacios curriculares en la Orientación Ciencias Naturales. Al respecto Arias-Regalía, Bonan y Wagner-Gonçalves (2018, p.355) establecen que “las Ciencias de la Tierra aparecen en la escuela secundaria en la formación general, donde se abordan algunos contenidos desde la Geografía, ocupando así un espacio menor dentro de una asignatura del área de las ciencias sociales, que tiene una epistemología y unos modos de conocer distintos a los de las ciencias naturales”. Si se sigue la línea de lo planteado en el DiCESeC, la pregunta es ¿cómo secuenciar transversalmente la hvT desde un enfoque sistémico Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), si las bases para la profundización de este contenido se encuentran al año siguiente?

Por otro lado, Pedrinaci (2009, p.10) subraya que “el mal acomodo que se han encontrado en los currículos y las interconexiones geobiológicas han afectado al tema del origen e historia de la Tierra”, lo que rompe con la visión holística y sistémica con que deben ser tratadas las ciencias de la naturaleza. Estos contenidos propios de la hvT deben estar orientados a la adquisición, por parte de los y las estudiantes de las bases de la cultura científica basada en contenidos que atiendan a las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad CTS. Esto les permitirá a obtener un visión holística, sistémica e interdisciplinar. De acuerdo a Carpena y Lopesino, (2001) y a Gavidia y Rodes (2007), citados en Morón-Monge, Morón-Monge y Wamba-Aguado (2013), la finalidad última del enfoque de alfabetización en ciencias es lograr una ciencia para todos y todas, lo

que supone dotar a la ciudadanía de un conocimiento científico funcional, susceptible de ser aplicado a diversas circunstancias.

En esta línea de enfoque, consideramos importante realizar una pertinente secuenciación de los contenidos, a partir de criterios generales y específicos. Partiendo de un contenido organizador, tal señalamos líneas arriba, definir preguntas orientadoras que atiendan a su desarrollo cognitivo y permitan conocer las ideas claves o concepciones de los y las estudiantes. De esta forma, se facilita la retroalimentación con las ideas previas de modo que sirvan de conceptos sostén para el anclaje de los nuevos contenidos de modo que favorezcan el desarrollo de capacidades y el progreso desde lo cualitativo a lo cuantitativo.

En este marco, consideramos como la mejor opción para secuenciar los contenidos propios de la hvT, partir de nociones básicas de Geología (constitución del suelo, tectónica de placas, tiempo geológico, proceso de fosilización, interpretación de fósiles) para que los y las escolares adquieran una base sobre la cual asentar los complejos procesos de especiación, diversificación y evolución que se manifiestan en los seres vivos que formaron parte y componen nuestro planeta. Al respecto, coincidimos con Morón-Monge, Morón-Monge y Wamba-Aguado (2013) en que el tratamiento de estos contenidos implica una retroalimentación que permita la integración e interacción de los conocimientos de la Geología (en este caso, la teoría de la deriva continental) con la Biología (evolución de las especies), siendo este uno de los objetivos principales al contextualizar esta secuencia, “configurando lo que denominan la estructura externa de la secuenciación de los contenidos (...) lo cual supone retomar los conceptos básicos de una disciplina a lo largo de los diferentes cursos de cada etapa educativa, de manera que el alumnado los revise con niveles de comprensión y de conocimiento cada vez mayores” (p.103).

En correlación, se alcanza a dar sentido al proceso mediante el cual se logran obtener los conocimientos científicos y al mismo tiempo resignificar la visión de ciencia, alejándola de la verdad absoluta y mirándola como una gran aventura que implica preguntarse y repreguntarse constantemente, enseñando en definitiva la naturaleza de la ciencia a través de la historia de la producción de los conocimientos, con sus aciertos y errores, integrando a la Biología con la Geología. De esta manera, estaríamos presentando la secuencia de contenidos desde la perspectiva de la alfabetización científica, lo cual implica que los y las estudiantes conozcan la naturaleza de las ciencias y los fundamentos de cómo se origina el pensamiento científico. Al respecto Hernández y Zacconi (2010), exponen que este proceso supone un aprendizaje de la ciencia desde el cual los y las jóvenes adquieren estrategias que les permiten no solo incorporar saberes, sino desarrollar capacidades que consientan profundizar y ampliar el campo de conocimientos durante toda su vida.

Esta secuenciación requiere capacitación docente en Ciencias de la Tierra. Al incorporar en los diseños curriculares estos contenidos, subyace una demanda

del colectivo docente de decisiones para su secuencia y articulación, permitiendo visibilizar los obstáculos principales en el aprendizaje de las Ciencias de la Tierra siendo un elemento organizador al diseño de la unidad didáctica proporcionando una puerta de acceso a este cuerpo de conocimientos nuevos (Arias-Regalía, Bonan y Wagner-Gonçalves, 2018).

Resaltando ideas y apostando a futuro

Sostenemos que la alfabetización científica, implica que los alumnos logren reconocer los complejos procesos que permiten la construcción de los conocimientos. Razón por la cual, proponemos el enfoque sistémico CTS para la enseñanza de la hvT. Sin embargo, resaltamos la importancia de generar como eje organizador la articulación de saberes que incluya a la Geología, a modo de base sobre la cual asentar el complejo entramado de especiaciones, diversificaciones y evolución de los seres vivos.

No podemos negar que las ideas alternativas de los y las alumnos pueden ser consideradas motores impulsores para despertar la motivación y concientización de los modelos mentales. Es importante visibilizarlos y resignificarlos para poder articular y erradicar la idea de un origen de la vida arraigada en solo algunos aspectos de las teorías propuestas.

Tal como planteáramos con relación a la secuenciación de contenidos, el proceso de enseñanza de la hvT pone en evidencia la necesidad de la formación docente continua en relación a las Ciencias de la Tierra, de modo que posibilite desarrollar estrategias didácticas innovadoras sustentadas en recursos que apelen a la interacción, a la indagación y curiosidad y a la creatividad, entendida como aquello novedoso que se puede implementar o proponer de una forma diferente. Por otra parte, que permita desarrollar en los alumnos el oficio de *investigador*, preguntándose y repreguntándose sobre los procesos biológicos y geológicos, quitando la centralidad del hombre como único agente de cambio. Por ello, desde el espacio curricular Historia de la vida en la Tierra y procesos evolutivos, desarrollamos un programa en el que propiciamos por medio de la educación entre pares, explorar diversos recursos didácticos, que se ponen de manifiesto a modo de aula laboratorio siendo una instancia de resignificación constante del quehacer docente. En este sentido, se desarrollan conversatorios con expertos en la temática, ya que sostenemos la posición del *profesor investigador* que discute en clase sus propios supuestos pedagógicos, su actuación y las consecuencias de ella (Furio, Gil, Pessoa de Carvalho y Salcedo, 1992).

Por último, invitamos a continuar problematizando y profundizando en torno a la enseñanza de la hvT, a incluir los aportes de la Geología en la secuenciación de dichos contenidos permitiendo así, continuar repensando nuestras prácticas educativas.

Referencias bibliográficas

- Alcalá, L., González, A., y Luque, L. (2010). Talleres paleontológicos como recurso en la enseñanza de la Geología y la Biología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 18(2), 216-221.
- Arias-Regalía, D., Bonan, L. y Wagner-Gonçalves, P. (2018). Propuestas de formación docente para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra en Argentina. *Terrae Didactica*, 14(4), 355-362.
- Chakour, R., Alami, A., Selmaoui, S., Eddif, A., Zaki, M. & Boughanmi, Y. (2019). Earth Sciences teaching difficulties in secondary school: A Teacher's Point of View. *Education Sciences*, 9(243), 1-11.
- Chakour, R., Selmaoui, S., Alami, A., & Zaki, M. (2016). Plate tectonics "integrative concept" in the moroccan curriculum of secondary schools. *Research Highlights in Education and Science*, 98-102.
- Custodio, E., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2015). Aprender a justificar científicamente a partir del estudio del origen de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 133-155.
- Furio, C., Gil, D., Pessoa de Carvalho, A. M. y Salcedo, L. E. (1992). La formación inicial del profesorado de educación secundaria: papel de las didácticas especiales. *Investigación en la Escuela*, 16, 7-21.
- Gobierno de la Provincia de Córdoba. Ministerio de Educación (2012). *Diseño Curricular de la Provincia de Córdoba. Orientación Ciencias Naturales (2012-2015)*. Tomo 4. Córdoba: Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba.
- Gobierno de la Provincia de Córdoba. Ministerio de Educación (2012). *Diseño Curricular de la Educación Primaria (2012-2015)*. Córdoba: Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba.
- Gobierno de la Provincia de Córdoba. Ministerio de Educación (2011). *Diseño Curricular de la Provincia de Córdoba. Encuadre General (2011-2015)*. Tomo 1. Córdoba: Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba.
- Gobierno de la Provincia de Córdoba. Ministerio de Educación (2011). *Ciclo Básico de la Educación Secundaria (2011-2015)*. Tomo 2. Córdoba: Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba.
- Hernández, S. A. y Zacconi, F. M. (2019). *Alfabetización científica. Química al alcance de todos*. Congreso Iberoamericano de Educación. Universidad Nacional del Sur. Buenos Aires.
- Marques, L., Rebelo, D., Bonito, J., Morgado, M., Trindade, V., Medina, J., Soares de Andrade, A., Praia, J., Leite, A., y 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.
- Morón-Monge, H., Morón-Monge, M.C. y Wamba-Aguado, A. M. (2013). Cómo secuenciar los contenidos para la biología y geología de 4º curso de la ESO. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 74, 100-107.
- Pedrinaci, E. (2009). Origen y evolución de la Tierra. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 62, 8-19.
- Pérez-Matos, N. E. y Setién-Quesada, E. (2008). La interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en las ciencias: una mirada a la teoría bibliológico-informativa. *Acimed*, 18(4).
- Rengifo-Solano, G.Y. (2016). *Estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje de las eras geológicas dirigida a estudiantes del grado noveno del colegio Joaquín Ochoa Maestre*. Tesis de doctorado no publicada, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Sánchez, T. M. (2009). Bases para una historia. En T. M. Sánchez. *La historia de la vida en pocas palabras*. (1a. ed., 2a. reimp., pp. 1-18). Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.
- Sanmartí, N. (2014). *Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones*. pp. 1-35. (En línea). Disponible en: <http://www.pedagogiapucv.cl/wp-content/uploads/2017/07/Ense%C3%B1anza-de-las-Ciencias-Neus-Sanmart%C3%AD.pdf>
- Sequeiros, L., Pedrinaci, E. y Berjillos, P. (1996). Cómo enseñar y aprender los significados de tiempo geológico: algunos ejemplos. *Enseñanza de las Ciencias la Tierra*, 42, 113-119.

