

## **UNIDAD DIDÁCTICA DE CIENCIAS DE LA TIERRA PARA LA FORMACIÓN DOCENTE BASADA EN SUS OBSTÁCULOS DE APRENDIZAJE**

*BAUER, YAMILA<sup>1,3</sup>; GONZALEZ, MARIA EUGENIA<sup>1,4</sup>; REGALIA, DIEGO ARIAS<sup>2,5</sup>;  
BONAN, LEONOR<sup>2,6</sup>*

<sup>1</sup> Profesores de Enseñanza Media y Superior - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-  
Universidad de Buenos Aires

<sup>2</sup> Instituto de Investigación en Didáctica de las Ciencias CEFIEC - Facultad de Ciencias  
Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires.

<sup>3</sup> yami3113@gmail.com

<sup>4</sup> marugonzalez@ccpems.exactas.uba.ar

<sup>5</sup> dariasregalia@ccpems.exactas.uba.ar

<sup>6</sup> lbonan@de.fcen.uba.ar

### **RESUMEN**

Desarrollamos una unidad didáctica (UD) para la formación docente en temas referidos a Ciencias de la Tierra. En el diseño priorizamos los obstáculos que se presentan a la hora de acercarse a tal objeto de conocimiento y las ideas previas de los y las estudiantes, tomando como eje de nuestra práctica la generación de actividades que les permitiera conocer las características de esos obstáculos y confrontar sus propias ideas. Ejemplificamos en este trabajo una actividad con simuladores pensada para favorecer la comprensión del modelo de la Tectónica de placas. Por último, presentamos el trabajo de cuestiones didácticas, basándonos en las distintas concepciones de ciencia, en su influencia a la hora de enseñar Ciencias Naturales, sus obstáculos en el aprendizaje y sus ideas previas asociadas.

**Palabras clave:** formación docente, enseñanza de las ciencias de la Tierra, obstáculos de aprendizaje, modelos científicos, concepciones de ciencia

## INTRODUCCION

Como parte de la residencia docente realizada para las materias Didáctica Especial y Práctica de la Enseñanza I y II del Profesorado de Enseñanza Media y Superior de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA (FCEN, UBA), se diseñó una UD sobre temas de Ciencias de la Tierra pensada para la formación de profesores de primaria.

Esta UD se implementó luego en un curso de la asignatura Enseñanza de las Ciencias Naturales I del Profesorado de Educación Primaria de la Escuela Normal Superior Bernardino Rivadavia de la Ciudad de Buenos Aires. La materia en la que se desarrolló la unidad corresponde a una de las primeras materias del profesorado.

A su vez, tanto la formulación, corrección, implementación y análisis de la unidad se encuentran enmarcados en un trabajo de investigación acción que busca intervenir sobre la formación docente para la enseñanza de Ciencias de la Tierra, diseñando e implementando propuestas de enseñanza con el fin de socializarlas y generar un desarrollo curricular de los contenidos prescriptos en el Diseño Curricular de la Formación de Profesores de Primaria de la CABA (Arias Regalía, 2014).

Para la elaboración de la UD se tomó en cuenta este diseño curricular, en relación con el área de Enseñanza de las Ciencias Naturales. En dicho documento se incluyen temas específicos del campo y cuestiones vinculadas a lo didáctico-epistemológico (Buenos Aires, 2009). Estas últimas cuestiones se encuentran enmarcadas en la corriente CTS, cuyo propósito es fomentar una concepción de ciencia humanista, que tome en cuenta la relación con los diferentes contextos histórico-sociales y que entienda a la ciencia como una de las tantas prácticas culturales (Arias Regalía y Bonan, 2014a), cuestionando la mirada científicista tradicional.

Desde el punto de vista disciplinar, es importante resaltar la escasa circulación de contenidos propios de las Ciencias de la Tierra tanto en la formación docente como en la instrucción media. Algunos contenidos relacionados con Ciencias de la Tierra, son abordados durante la secundaria en la asignatura Geografía, sin tener en cuenta los fundamentos metodológicos y epistemológicos de las Ciencias Naturales. Esto da como resultado que los maestros transcurran su instrucción sin encontrar prácticamente en su trayectoria contenidos geológicos (Arias Regalía y Bonan, 2014a).

En contrapartida, en el diseño curricular de la Ciudad de Buenos Aires para la educación primaria se prescribe que a partir de 5° grado se incluyan contenidos geológicos dentro del bloque La Tierra y el Universo (Buenos Aires, 2004). Este desbalance entre la formación y el carácter prescriptivo del diseño curricular, nos lleva a pensar para la formación de formadores, en algún tipo de intervención que permita brindar las herramientas y los contenidos relevantes de la disciplina.

El lugar que ocupan las Ciencias de la Tierra dentro de las Ciencias Naturales origina una dificultad en cuanto a los contenidos a trabajar: “Ya que las Ciencias de la Tierra ocupan solo una parte del programa de las Enseñanzas de las Ciencias Naturales del Profesorado de Educación Primaria, el poco tiempo disponible obliga a pensar criterios para seleccionar fundamentadamente los contenidos a trabajar.” (Arias Regalía y Bonan, 2014b), estableciendo determinados ejes prioritarios. En este caso en particular, los ejes a desarrollar guardaron estrecha relación con dos obstáculos de aprendizaje considerados en esta disciplina: el tiempo geológico y la inmutabilidad aparente del paisaje.

Entendemos por obstáculo a un modo de pensamiento, transversal y funcional, que compite, desde el punto de vista explicativo, con el modelo científico a enseñar (González Galli, 2011). Estos obstáculos pueden ser la causa de diferentes ideas previas “Las investigaciones más recientes indican que en muchas respuestas de los estudiantes que consideramos "ideas previas" subyace un mismo obstáculo; es decir, no habría una identificación completa entre

ambos. El obstáculo es una forma de pensar funcional [es explicativo] y transversal, ya que subyace en muchas ideas previas.” (Meinardi, 2010).

En cuanto al tiempo en geología, existe consenso en entenderlo como una noción de difícil construcción, ligada a la dificultad de representarse mentalmente valores temporales de la magnitud requerida en geología, y al que solo puede accederse a través de sucesivas aproximaciones (Pedrinaci, 1998). Con respecto a la inmutabilidad del paisaje entendida como obstáculo para el aprendizaje, puede caracterizarse como el más persistente y determinante, además de generador de diversas ideas previas relacionadas con el origen de las rocas, formación de montañas y la edad de la Tierra.

*“La lentitud, considerada desde la escala temporal humana, con que ocurren la mayor parte de los procesos geológicos, ha favorecido en el pasado interpretaciones estáticas y, sin duda, sigue alimentando ideas similares en los estudiantes” (Pedrinaci, 1998).*

El desarrollo de las actividades de manera grupal y las puestas en común para extraer conclusiones se sustentan en la valoración positiva del aprendizaje colaborativo. Por otra parte, las instancias de reflexión sobre la secuencia realizada y sobre los insumos propuestos tienen el propósito de habilitar un proceso meta cognitivo, de análisis del pensamiento. Tales características ponen en evidencia el carácter constructivista de la planificación plasmada en la UD.

Todas estas concepciones formaron parte del sustento de la creación de la UD cuya construcción se fue contextualizando a través de la observación del aula en la que se implementaría.

### **IMPLEMENTACION DE LA UD**

La UD fue formulada para ser implementada en una de las primeras materias del profesorado para nivel primario de la Escuela Normal Superior Bernardino Rivadavia. Dicha unidad contó con cuatro clases semanales de 4hs cada una, incluyendo el intervalo de 20 minutos.

Durante el dictado de clases se apeló a distintos recursos tales como textos de manuales, artículos periodísticos, videos y animaciones y simuladores que buscaron reforzar diferentes habilidades y desempeños. En general, se fomentaron las actividades grupales y puestas en común, con especial atención a favorecer la expresión de ideas de cada uno de los y las estudiantes.

En cuanto a los contenidos, se había registrado en las observaciones previas que los y las estudiantes habían trabajado temas referidos a la Naturaleza de la Ciencia e Ideas Previas. Eso nos simplificó el desarrollo de algunas actividades y propuestas y, además, facilitó una mirada por parte de los estudiantes de cierto cuestionamiento hacia el objeto a enseñar, la ciencia, esencial para su futuro rol docente.

Se buscó que explicaran distintos fenómenos, como catástrofes naturales y cambios en la morfología del paisaje, recurriendo a determinados marcos teóricos. Para ello se empleó dos modelos científicos: el modelo de la Deriva continental y modelo de Tectónica de placas. Ambas representaciones se sustentan en ciertas evidencias para predecir y explicar las transformaciones de la Tierra, así como suponen que los cambios son extremadamente graduales. Es por esta razón por lo que no son fácilmente apreciados o aprehendidos. Para que ocurran fenómenos tan lentamente se debe considerar que la tierra presenta una edad de miles de millones de años, noción que es difícil de asimilar en niños, jóvenes y adultos, tal como se ilustra en diversas investigaciones (Trend, 1998, 2000, 2001; Ault 1982). La edad de la Tierra da cuenta de la insignificancia de la vida de la humanidad y, en particular, de nuestra propia existencia, que es en general la vara con la que medimos y buscamos entender lo que nos rodea.

Entendiendo dichas dificultades, es que las diferentes teorías y sus respectivos modelos científicos, fueron trabajados de modo de que los y las estudiantes pudieran confrontarlos con sus propias ideas. Para ello, se les demandó que formularan hipótesis y explicaciones y que debatieran y reflexionaran con sus compañeros, situándose así en el rol científico. A su vez, se implementaron diferentes estrategias para orientar a los estudiantes en el rol docente que proyectaban ocupar.

Es importante enunciar que el hecho de ubicar a los estudiantes en el rol científico y en rol docente tenía por objetivo que se pensarán como protagonistas de aquello que aprenden, y al mismo tiempo, que se acercaran a la noción de concebir ambas prácticas como constructos sociales.

Finalmente, es necesario aclarar que se establecieron comparaciones entre los modelos estudiados en base a su mayor poder explicativo: la explicación del modelo de placas tectónicas intentó asociar el paisaje terrestre, dinámico y en constante cambio, con los procesos internos de la Tierra, a partir del desarrollo del Ciclo de Wilson.

En el apartado siguiente enunciaremos algunos aspectos que consideramos relevantes en las actividades referidas al trabajo con modelos científicos, específicamente el modelo de placas tectónicas, y el uso de simuladores.

### **Objetivos generales de la UD: La tierra, el tiempo y la ciencia.**

Que los estudiantes:

- Logren familiarizarse con la escala de tiempo geológico y con los obstáculos para su comprensión.
- Comprendan que la Tierra es un sistema dinámico y su vinculación con los procesos geológicos.
- Obtengan herramientas para analizar, cuestionar y reformular sus propias prácticas así como también el material sobre la enseñanza de Ciencias de la Tierra.
- Cuestionen la imagen de ciencia tradicional.
- Comprendan a las teorías científicas como constructos sociales devenidos de un contexto social determinado, apoyadas en evidencias plausibles de ser interpretadas de diversas maneras.
- Comprendan que la ciencia avanza a través de explicaciones que devienen en modelos.
- Que obtengan herramientas para analizar material sobre la historia de la Tierra y puedan utilizarlo en el momento de la enseñanza.

### **Diagrama general de clases**

<b>Objetivos particulares</b>	<b>Descripción</b>
Que tomen contacto con la escala de tiempo y la unidad de tiempo de fenómenos cotidianos.	En grupos o de manera individual, deben observar secuencias fotográficas de diferentes fenómenos y elegir la unidad de tiempo que mejor permita explicarlo.

Que se aproximen a la idea de cambio de escala como una herramienta útil para comprender aquellos fenómenos que ocurren a gran velocidad o muy lentamente.	En grupo, se les presentan fenómenos conocidos y se les pide que intenten realizar un cambio de escala.
Que puedan interiorizar la noción de tiempo geológico con su complejidad	Se proyectó el video Cosmos de Carl Sagan, que aborda el calendario cósmico.
Que puedan analizar evidencias y formular hipótesis como primer acercamiento a la práctica científica.	En grupo, se les presentan diferentes evidencias y se les pide que construyan una explicación a partir de ellas. Se compara el carácter explicativo de cada hipótesis frente a nuevas evidencias.
Que puedan comparar sus hipótesis con la formulada por Wegener	Se les brinda un texto que enuncia los postulados de Wegener y se les demanda que lo comparen con las hipótesis formuladas por ellos y por sus compañeros.
Que puedan identificar las razones por las cuales el modelo de Wegener no fue aceptado	A partir de la lectura y análisis de un texto se indagará sobre las cuestiones sociales que influyen en la validación de una teoría, así como en las limitaciones de la misma.

*Tabla 1: Clase 1 - Tiempo geológico y Deriva continental.*

<b>Objetivos particulares</b>	<b>Descripción</b>
Que los alumnos puedan fijar ciertas cuestiones centrales de la teoría de la Deriva continental y que entiendan las discusiones históricas que se desarrollaban en el momento de su formulación.	Proyección de un video que resume todo lo trabajado en la Clase 1 acerca de la teoría de Wegener “El surgimiento de los continentes”.
Que puedan encontrar ciertas características correspondientes a la naturaleza de la ciencia en un modelo particular, el modelo de Wegener, para comenzar a cuestionar así la imagen tradicional de ciencia.	A partir de la lectura del texto “Naturaleza de la ciencia” se identifican y problematizan en clase diversos aspectos del quehacer científico. Puesta en común.
Que puedan identificar la limitación explicativa fundamental del modelo de Wegener.	Se les presenta un texto crítico a la teoría propuesta por Wegener y se les pide que expliquen su pertinencia o no. Plenario
Que identifiquen la importancia del tiempo en los modelos geológicos	Se realizan preguntas en el pizarrón que den cuenta de la dificultad de percibir la evolución de la Tierra.
Que puedan explicar a partir del modelo estudiado ciertos fenómenos naturales. Que encuentren las limitaciones explicativas del modelo.	Se les presentan diferentes artículos periodísticos con información de diferentes fenómenos geológicos y se les pide que intenten explicarlos a partir de la teoría propuesta por Wegener.
Presentar a los estudiantes en forma teórica el modelo de Tectónica de Placas.	Proyección de un video sobre Tectónica de Placas y uso de animaciones (subducción, tipos de límites, tipos de corteza, vulcanismo, formación de montañas etc.)

Tarea	Lectura textos de geología (estructura interna de la tierra, modelo de placas, subducción, tipos de límites, vulcanismo, etc.)
-------	--

*Tabla 2: Clase 2 - La historia de una teoría.*

<b>Objetivos particulares</b>	<b>Descripción</b>
Que puedan encontrar los límites de las placas tectónicas y vincularlos con la morfología de la tierra.	Se les presentan mapas con los límites entre las diferentes placas tectónicas y las zonas de mayor actividad volcánica. Se les pide que establezcan relaciones y expliquen las evidencias observadas.
Que se acerquen al modelo de tectónica de placas y puedan relacionarlo con diferentes fenómenos geológicos.	Trabajo con un simulador del modelo de placas tectónicas.
Que identifiquen conceptos propios del modelo estudiado, y puedan relacionarlos con diferentes fenómenos geológicos.	Se les brindan textos explicativos del modelo de tectónica de placas y se les pide que intenten recrearlos en el simulador.
Que utilicen conceptos del modelo estudiado para explicar diferentes cuestiones.	Se hace entrega de un texto que resume todos los conceptos vistos hasta el momento y el Ciclo de Wilson. Se les presentan incógnitas y se les pide que respondan en base a lo visto hasta ahora.
Que utilicen los conceptos del modelo estudiado para explicar los fenómenos geológicos vistos anteriormente.	Se les presentan diferentes preguntas y se les pide que respondan a la luz del modelo estudiado.

*Tabla 3: Clase 3 - Modelo de placas tectónicas.*

<b>Objetivos particulares</b>	<b>Descripción</b>
Que los estudiantes puedan afianzar y dar cuenta lo que han entendido del ciclo de Wilson	Se les presenta un párrafo extraído del texto titulado “Dónde y por qué los volcanes” y se les pide que lo explique con sus palabras.
Que puedan construir una mirada crítica acerca de las producciones utilizadas para la enseñanza de las ciencias de la tierra.	Se les presentan diferentes textos con explicaciones e imágenes y se les pide que expliquen porque les parecen adecuadas o no utilizarlas en la enseñanza del modelo de placas tectónicas.

Que puedan construir una mirada crítica acerca de las consignas de las actividades propuestas para la enseñanza de las ciencias de la tierra.	Se les presentan diferentes actividades propuestas en los textos de enseñanza de las ciencias de la tierra y se les pide que las distingan en diferentes categorías de acuerdo al tipo de capacidades/habilidades requerida en ellas. Luego, en una puesta en común se cuestiona la finalidad de cada una de esas actividades.
Que los estudiantes puedan acercarse al concepto de obstáculo en la enseñanza. Que puedan identificar los recursos utilizados en la UD y las capacidades/habilidades demandadas en cada actividad.	Se les pide que lean un texto acerca de los obstáculos en la enseñanza de las ciencias de la tierra y que luego sugieran que obstáculos creen que han sido tratados en esta UD, con qué recursos y qué capacidades/habilidades les hemos demandado.
Que tomen contacto con los diferentes aspectos y herramientas de una planificación	Se les propone que analicen la UD en base a: secuenciación, actividades, recursos, dinámicas etc. Se les presentan preguntas orientadoras.
Que se acerquen al concepto de transposición didáctica y modelos explicativos en ciencia.	Se les presenta un texto y se les pide que respondan a una serie de preguntas orientadoras.
Que puedan comprender la influencia de la concepción de ciencia de los docentes en su modo de enseñar la ciencia.	Se les presenta un texto que contrapone dos diferentes concepciones de ciencia. Se les pide que respondan a una serie de preguntas orientadoras, y que diferencien actividades propuestas desde una u otra concepción de ciencia.

*Tabla 4: Clase 4 - Análisis de la práctica docente.*

### **Actividad con simuladores: Modelo de placas y Ciclo de Wilson.**

En la clase 3, propusimos el trabajo en grupos con un simulador del modelo de placas tectónicas (Figura 1), con el objetivo de que los y las estudiantes se acercaran a la comprensión del mismo, para luego poder interpretar diferentes fenómenos propios de la dinámica del paisaje terrestre.

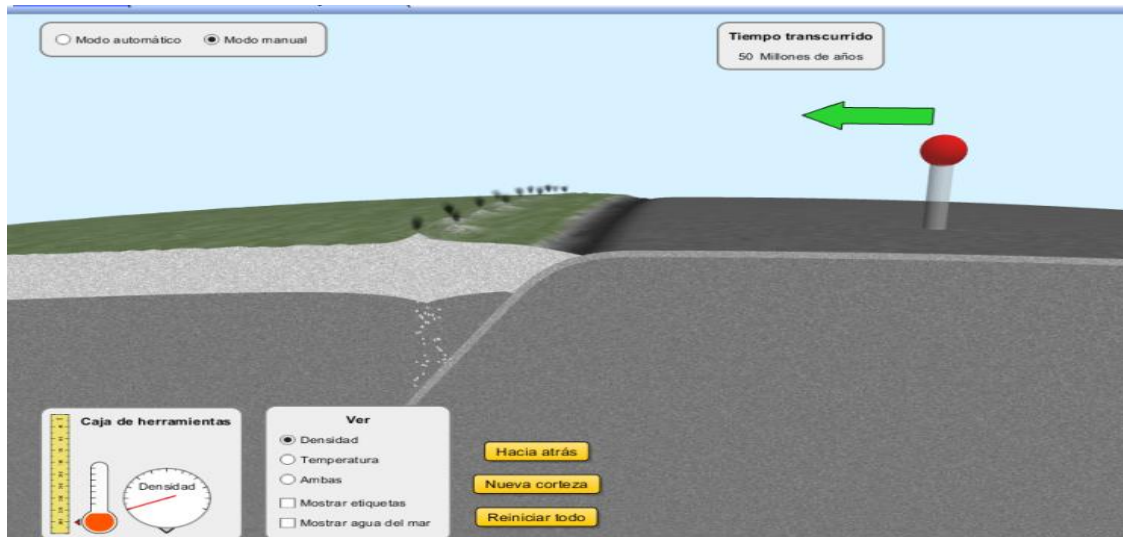


Figura 1: Simulador del modelo de placas <https://phet.colorado.edu/es/> - Consultado el 7/8/2015.

Algunas características que nos resultaron interesantes del simulador están referidas a la capacidad de poder representar los diferentes procesos internos asociados a la dinámica del paisaje terrestre (interacción de diferentes cortezas y visualización de fenómenos asociados) y la inclusión del factor tiempo en cada uno de ellos.

Para llevar adelante la actividad, cada grupo contó con una guía de trabajo, que fue pensada como un recorrido de los procesos que queríamos evidenciar, (Tabla 5) sugiriendo a los y la estudiantes que ejecutaran en el simulador diferentes interacciones entre cortezas.

#### Guía actividad con Simulador de Placas Tectónicas

Consigna: Simular la interacción de diferentes cortezas y para cada selección responder las preguntas sugeridas:

##### 1-Corteza Continental – Corteza Continental

**Seleccionar:** mostrar agua de mar y mostrar etiquetas

- Accionar flecha roja, verde y azul respectivamente
- a- ¿Qué capa se mueve? ¿La corteza? ¿La litosfera? ¿Sobre qué estructura se produce el deslizamiento?
- b- ¿Qué fenómeno se está simulando? ¿Es un momento de expansión oceánica? ¿Es un momento de generación de litosfera? ¿De qué tipo? ¿Cuál/es es/ son la/s consecuencia/s de la interacción simulada? ¿Otras consecuencias? ¿Con que caso de los trabajados en la Actividad 2 podrías relacionarlo?

Tabla 5: Interacción Corteza Continental-Corteza Continental y preguntas orientadoras.

La actividad con el simulador fue permanentemente relacionada y referida a actividades anteriores (textos, imágenes, etc.), así como también se les requirió a los y las estudiantes que reprodujeran en el simulador diferentes situaciones aparecidas en los textos, propiciando de este modo, el pasaje entre representaciones.

Luego del trabajo con el simulador, al acercarse al modelo del Ciclo de Wilson, a través de diferentes imágenes, pudieron construir la noción de destrucción y creación de litosfera, como ciclo constante de la dinámica terrestre, retomando conceptos complejos como los de convección del manto, subducción, orogénesis etc.



## CONCLUSIONES

El iniciar la UD trabajando con el obstáculo del tiempo geológico, acercando a los y las estudiantes a la unidad de tiempo en geología, les brindó la oportunidad de empezar a construir la noción de un paisaje terrestre dinámico y en constante cambio, noción que es obturada por la imposibilidad humana de percibir semejantes escalas temporales. Del mismo modo, las ideas previas ligadas a la aparente inmutabilidad del paisaje y al catastrofismo pudieron ser confrontadas, acercando a los alumnos a los actuales modelos científicos utilizando simuladores y relacionando a través de diferentes recursos, los procesos internos de la Tierra, sus fenómenos asociados y el tiempo geológico.

La implementación de la UD desató una serie de reflexiones que permitieron revisar las actividades y mejorarlas en distintos aspectos. Estas acciones posteriores a la residencia docente que originó el trabajo se enmarcan en el proceso de su publicación en canales apropiados, con el fin de socializar tanto la UD, como los factores que formaron parte de su construcción.

La formación de residentes en Ciencias de la Tierra en el contexto de la formación de profesores de primaria y la publicación tanto de la experiencia como de la UD contribuyen a materializar el desarrollo del Diseño Curricular de la CABA en relación con las Ciencias de la Tierra, tan postergadas en el contexto local y nacional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias Regalía, D. (2014). La enseñanza de las Ciencias de la Tierra: perspectivas para la formación docente. Plan de Tesis de Doctorado. Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

Arias Regalía, D.; Bonan, L. (2014a). Relevamiento de los contenidos curriculares de Ciencias de la Tierra en la formación de profesores de primaria de la Ciudad de Buenos Aires. *Terrae Didactica*, 10(3): 455-460.

Arias Regalía, D.; Bonan, L. (2014b). Los obstáculos de aprendizaje de las Ciencias de la Tierra pensados como ejes para la formación docente. *Actas del I Congreso Regional de Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza en Tandil*. pp. 70-77.

Ault, C. (1982). Time in geological explanations as perceived by elementary-school students. *Journal of Geological Education*, 30(5): 304-309.

Buenos Aires, Ministerio de Educación (2004). Diseño Curricular para la escuela primaria. Segundo ciclo. Tomo I. Resolución N° 4138.

Buenos Aires, Ministerio de Educación (2009). Plan del Profesorado de Educación Primaria. Resolución N° 6635.

González Galli, L. (2011). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. [www.digital.bl.fcen.uba.ar](http://www.digital.bl.fcen.uba.ar)

Meinardi, E. (2010). El aprendizaje de los contenidos científicos. En Meinardi, E. (coordinadora), *Educación en Ciencias*. Buenos Aires: Paidós.

Pedrinaci, E. (1998). Procesos geológicos internos: entre el fijismo y la Tierra como sistema. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, 18: 7-17.

Trend R. (2001). Deep time framework: A preliminary study of U.K. primary teachers' conceptions of geological time and perceptions of geosciences. *Journal of Research in Science Teaching*, 38: 191-221.

Trend, R. (1998). An investigation into understanding of geological time among 10 and 11 year-old children. *International Journal of Science Education*, 20: 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.