

ANÁLISIS DE PROPUESTAS DE ENSEÑANZA DE CIENCIAS DE LA TIERRA PARA LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE PRIMARIA.

*ARAS, MARÍA CELESTE^{1,2}; PACHECO, MARÍA PÍA^{1,3}; ARIAS REGALÍA, DIEGO^{1,4};
BONAN, LEONOR^{1,5}.*

¹Centro de Investigación y Formación en Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (CEFIEC, FCEN, UBA)

²celearas@gmail.com

³piapacheco262@gmail.com

⁴dariasregalia@ccpems.exactas.uba.ar

⁵lbonan@de.fcen.uba.ar

RESUMEN

Este trabajo se enfocó en el análisis de planificaciones sobre enseñanza de las Ciencias de la Tierra desarrolladas en el marco de un Proyecto de Investigación Acción para la formación de docentes de nivel primario. Se esperaba determinar si las unidades didácticas planificadas eran coherentes con los objetivos propuestos en dicho Proyecto. Para esto, se analizó de qué manera se materializaba el concepto de tiempo geológico en dichas planificaciones y qué abordaje y reflexión se proponía para superar los obstáculos de aprendizaje característicos de esta disciplina. Se relevaron 3 planificaciones y se concluyó que las actividades planteadas en 2 de ellas logran identificar algunos de los conceptos centrales de la disciplina, los obstáculos de comprensión que se presentan y las particularidades del conocimiento geológico. Se determinó que, pese a que la tercera unidad tiene potencial para lograr los mismos objetivos, sería necesario realizarle modificaciones. Dado el poco material circulante sobre la disciplina para el uso en el aula, las propuestas analizadas resultan alternativas interesantes para paliar esta situación.

Palabras Clave: enseñanza de las ciencias de la tierra, obstáculos, formación docente, tiempo geológico.

INTRODUCCIÓN

En la Ciudad de Buenos Aires, los contenidos de Ciencias de la Tierra se desarrollan en la escuela primaria a partir de 5° grado. Se ha observado que en las instituciones de formación de maestros de primaria, los docentes no poseen, en su mayoría, formación específica en el área y a los contenidos de la disciplina no se les dedica suficiente tiempo (Arias Regalía y Bonan, 2014), motivo por el cual es de interés trabajar en la formación de docentes en este área. En las Escuelas Normales Superiores (ENS) de la Ciudad de Buenos Aires, instituciones terciarias no universitarias para la formación de maestros de primaria, se dictan contenidos de geociencias en la asignatura *Enseñanza de las Ciencias Naturales I*.

Actualmente, en el marco de la tesis doctoral *“La Enseñanza de las Ciencias de la Tierra: perspectivas para la formación docente”*, se está llevando a cabo en ENS N°3 un proyecto de Investigación Acción que tiene como objetivo atacar el problema de la falta de formación en Ciencias de la Tierra de los profesores de la educación obligatoria y la falta de circulación del conocimiento geocientífico en la escuela. Para esto se generan propuestas concretas de transferencia de conocimientos desde la universidad a través de la formación docente en el área, que ponen la mirada en la identificación de los conceptos centrales de la disciplina, los obstáculos de comprensión que se presentan y las especificidades disciplinares del conocimiento geológico.

Esta transferencia de conocimientos desde la Universidad, se realiza mediante un núcleo particular del proyecto centrado en la asignatura *Didáctica Especial y Práctica de la Enseñanza II (DEPE II)* de la formación de Profesores de Enseñanza Media y Superior en distintas Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Alumnos de dicha asignatura desarrollan Unidades Didácticas de Ciencias de la Tierra con el objetivo de implementarlas en el ENS N°3.

Si consideramos que la forma de presentar a la ciencia como tal supone una elección por parte del docente del material educativo (Ault, 1998), es de vital importancia analizar en profundidad los contenidos de los materiales desarrollados para formar docentes. El objetivo de este trabajo era justamente analizar las planificaciones desarrolladas e implementadas por alumnos de DEPE II, a fin de determinar si las mismas eran coherentes con los objetivos propuestos en el proyecto *“La Enseñanza de las Ciencias de la Tierra: perspectivas para la formación docente”*.

En el proyecto en análisis las propuestas se sustentan bajo diversos ejes disciplinares y didácticos. A lo largo de este trabajo, se analizó particularmente cómo se materializa en las planificaciones desarrolladas el concepto de tiempo geológico (eje disciplinar) y las preconcepciones en geociencias (eje didáctico).

MARCO TEÓRICO

El pobre desarrollo de los contenidos de Ciencias de la Tierra en los distintos niveles del Sistema Educativo Argentino supone una deficiencia para los destinatarios de esta educación ya que se considera que estos contenidos pueden contribuir a la apropiación material del planeta, a la discusión y fundamentación de valores (estéticos, éticos, morales, ideológicos, etc.) implícitos en esta apropiación y al análisis de sus consecuencias sociales y ambientales (Compiani y Goncalves, 1996). Los contenidos que componen las Ciencias de la Tierra no abarcan sólo conceptos meramente materiales sino que también incluyen cuestiones que permiten entender a la Tierra como bien común de la naturaleza, así como incorporar en la discusión cuestiones de relevancia social (Arias Regalía, 2014).

Esta escasa cobertura de los contenidos geológicos implica una falencia a la hora de que los alumnos puedan analizar crítica e informadamente cuestiones referentes a recursos naturales,

sustentabilidad, riesgos geológicos, patrimonio geológico, impacto ambiental, etc. (Arias Regalía, 2014).

Esta falta de circulación de conocimientos geológicos impacta también en la comprensión de la propia dinámica de la disciplina. Muchas veces se ha mirado a la geología como una ciencia derivada, que toma prestadas su lógica y su metodología de la física (Dolphin y Dodick, 2014). Esta perspectiva se ha colado en la enseñanza, en donde predominan enfoques físicos más que históricos al abordar temas disciplinares. Dodick y Orion (2003) argumentan que al ignorar las peculiaridades del pensamiento geológico, los educadores privan a sus alumnos de un sistema de pensamiento científico particularmente adecuado para abordar la mayoría de los problemas ambientales más importantes que enfrenta el mundo.

Esta imagen de la geología no tiene en cuenta las características definitorias de la disciplina. En contraste con la física, que tiende a ser predictiva, experimental y reduccionista, la geología es histórica, descriptiva y orientada hacia el sistema. Estas características están directamente relacionadas con los tipos de fenómenos que se estudian, y con el tipo de lógica que es necesario desarrollar para analizarlos. Cada disciplina académica tiene, según Seok (2010), un particular modo de investigación, que puede ser definido por la naturaleza de los problemas encarados y por el tipo de razonamientos que guían su resolución.

Markley (2010) sostiene que, a diferencia del método científico lineal enseñado tradicionalmente en la escuela, que consiste en identificar un problema, plantear una hipótesis, recolectar datos y testear la hipótesis, el geólogo comúnmente sigue un camino no lineal para testear hipótesis, tendiendo a trabajar con múltiples hipótesis simultáneamente, sin aceptar o rechazar completamente ninguna de ellas. Diversos autores enfatizan que este aspecto del trabajo geológico no debería estar ausente en la enseñanza escolar de la disciplina (Park y Park, 2013; Markley 2010; Pyle 2008).

Por otro lado, las geociencias han desarrollado a los largo de los años formas propias de ver el mundo (Frodeman, 1995) diferenciándose de otras ciencias con las que se encuentran relacionadas; aunque se debe señalar que existen muchas habilidades científicas que son comunes a diversas disciplinas. Al respecto Camilloni (1997) dirá que no hay observación libre de teoría. La observación es uno de los elementos más empleados en todos los experimentos científicos. Interpretar cada objeto de observación es lo más difícil de definir, ya que uno interpreta según las propias concepciones, teorías, etc.

Una salida posible a estos inconvenientes didácticos es fomentar prácticas científicas generales y luego marcar las diferencias existentes. De esta manera podría abrir camino a la posibilidad de generar críticas fundamentadas, razonamientos profundos y reflexiones más significativas. Con estas habilidades científicas incorporadas, interpretar se vuelve un ejercicio más accesible. Y de esta manera, se pueden revisar las teorías refutando o aceptándolas (Camilloni, 1997).

Eje Disciplinar: Tiempo Geológico

El tiempo geológico es un concepto complejo en lo que se refiere a enseñanza y aprendizaje de Ciencias de la Tierra (Medina *et al*, 2012) y de allí surge la necesidad de insistir en el desarrollo de investigación que pueda facilitar su comprensión en el ámbito educativo. A su vez, la naturaleza del concepto de tiempo, en particular del tiempo geológico, contribuye, por su propia extensión, a que los ciudadanos se den cuenta que tienen el inalienable deber de respetar y hacer respetar los principios estructurales de la naturaleza (Medina *et al*, 2012), motivo no menor para analizar su desarrollo en las planificaciones en estudio.

A lo largo de los años se ha discutido sobre cómo definir el tiempo geológico y bajo qué teoría enmarcarlo. En la actualidad se considera al tiempo geológico distinto del tiempo físico. El concepto de tiempo geológico en su profundidad según Hutton, no posee una magnitud definida, carece de medida alguna (Burchfield, 1998).

Eje Didáctico: Obstáculos en la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra

A su vez, los estudiantes poseen, para diversos fenómenos de la naturaleza, explicaciones que van construyendo por su interacción con el mundo social y natural. Dichas explicaciones pueden parecer incoherentes a la luz de la ciencia o el conocimiento escolar (Rayas Prince, 2004). Sin embargo son ideas que no se modifican fácilmente y pueden ser un obstáculo en la comprensión del conocimiento (Pozo 1999; Meinardi, 2010).

Como se mencionó anteriormente, los conocimientos que actualmente se desarrollan en las aulas respecto a las geociencias, son básicos y escasos. Muchos docentes no han sido propiamente formados en el área, incluso otros desconocen el tema. Por lo tanto, existen muchas concepciones alternativas que necesitan ser analizados (Dodick y Orion, 2003). A continuación se exponen los obstáculos que son más persistentes a la hora de abordar el estudio de las Ciencias de la Tierra e influyen en la construcción de las nociones sobre la dinámica terrestre, según el análisis realizado por Pedrinaci (2001):

- 1) La inmutabilidad terrestre: debido a que los procesos geológicos son, según la visión del tiempo humano, extremadamente lentos, los alumnos suelen creer que los mismos son estáticos.
- 2) El catastrofismo pre-científico: a diferencia de la concepción mencionada anteriormente, en pos de querer justificar un hecho dinámico los alumnos tienden a atribuirle al mismo una naturaleza violenta y catastrófica. Con esta explicación se anula el cuestionamiento sobre los procesos geológicos.
- 3) El origen de las rocas: se observa la ausencia de problematización de esta cuestión probablemente porque la misma no es concebible a escalas geológicas y temporales cortas.
- 4) La cronología: el tiempo geológico posee magnitudes extremadamente grandes difíciles de poder representar mentalmente. Esto a su vez plantea la dificultad de poder ubicar un suceso geológico dado en dicha escala ajena a la percepción del estudiantado.
- 5) La diversidad y amplitud de las escalas espaciales: al igual que la escala cronológica, la escala espacial presenta magnitudes ajenas a nuestra percepción situación que opera como obstáculo para analizar procesos de la dinámica interna terrestre.
- 6) La inaccesibilidad de los procesos: los procesos que suceden en el interior de la Tierra poseen la dificultad de no poder ser percibidos directamente y, en muchos casos, no es posible para los estudiantes asociar su efecto en la superficie terrestre. A su vez se suma la complicación tecnológica de no poder representarlos en el aula a escalas observables.
- 7) La naturaleza de las rocas: las propiedades de las rocas a nivel de la superficie son muy distintas a las propiedades que poseen en el interior de la Tierra. Esto supone una dificultad importante para entender los procesos de la dinámica interna terrestre.

Varias ideas previas pueden ser englobadas dentro de cada uno de los obstáculos arriba detallados e, incluso, varios de esos obstáculos pueden subyacer bajo una idea particular. Debido a la importancia de considerar estas ideas como base para un aprendizaje significativo (Ausubel, 1963), es que, en este trabajo, se analiza este eje didáctico particular.

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

En este análisis se trabajó con 3 unidades didácticas desarrolladas en la materia *Didáctica Especial y Práctica de la Enseñanza II* y se analizaron las mismas bajo el marco teórico anteriormente expuesto. Se evaluó de qué manera se trabaja el concepto de tiempo geológico y qué concepciones alternativas se busca indagar en las actividades propuestas, así como qué reflexión de las mismas se realiza. Las unidades a analizar son:

- 1) "Construyendo la historia de la Tierra: su historia y dinamismo".
- 2) "Los procesos geológicos y el tiempo geológico".

3) "Placas tectónicas: ¿ciencia o ficción?".

Se analizó para cada actividad de dichas planificaciones, si las consignas son coherentes con los objetivos de la actividad y si, a su vez, estos se condicen con los objetivos de la clase. Esto nos permitió evaluar si, finalmente, estas Unidades Didácticas podían cumplir los objetivos planteados en el Proyecto "La Enseñanza de las Ciencias de la Tierra: perspectivas para la formación docente".

A modo de ejemplo, a continuación se muestra el análisis realizado para algunas clases de las Unidades Didácticas en estudio.

Ejemplo 1: Actividad 1, Clase 1, Unidad "Placas tectónicas: ¿ciencia o ficción?"

En esta Unidad Didáctica, los autores plantean como objetivo general "que los alumnos conozcan y comprendan los procesos geológicos que intervienen y han intervenido en la conformación del Planeta". Mientras que, como objetivos particulares esperan "que los alumnos sean capaces de:

- i. Comprender y reflexionar sobre cómo está formado el interior de la Tierra.
- ii. Entender que la Tierra no siempre fue igual, sino que ha sufrido y sufre transformaciones y por lo tanto su estructura no es estática.
- iii. Conocer el modelo de Deriva Continental, sus aportes y limitaciones para explicar tales transformaciones.
- iv. Apropiarse de la idea de movimiento para comprender a la Tierra como algo cambiante.
- v. Comprender el modelo de la Tectónica de Placas como la integración de diferentes teorías.
- vi. Apropiarse del modelo y poder explicar eventos como volcanes, terremotos, tsunamis, islas volcánicas y cordones montañosos.
- vii. Comprender la progresión de la secuencia didáctica".

Los autores plantean como objetivo de la primera clase "que los alumnos sean capaces de describir qué ideas tienen sobre cómo está formado el interior de la Tierra", para lo que proponen una primera consigna (Tabla 1) que debe ser trabajada de manera individual y de la que luego se realiza una puesta en común.

Responde por escrito y en forma individual a las siguientes preguntas:

¿Cómo se imaginan qué es el interior de la Tierra? ¿En qué se parece y en qué se diferencia a lo que vemos "afuera"?

Tabla 1: Clase 1, Actividad 1, Consigna 1

A continuación se les entrega a los alumnos la segunda consigna (Tabla 2) para resolver también de manera individual.

Imaginá que están en una nave que les permite ver hacia afuera y esta desciende lentamente hacia el interior de la Tierra...ustedes cuentan con un anotador, una cámara fotográfica y en el exterior de la nave un termómetro. Todo eso debe ser útil para tomar registro y responder una vez más a las preguntas planteadas. Armá un relato de lo que vas observando. Y suponé que la nave se detiene en tres lugares específicos: al comienzo del recorrido, en la mitad y al final del mismo (suponiendo que este se refiere al centro de la tierra). Describí también lo que ves en cada parada. Además, debes pensar en cuál sería la temperatura que podría marcar el termómetro a medida que vas descendiendo: ¿irá de mayor a menor?, ¿variara o será siempre igual?

Tabla 2: Clase 1, Actividad 1, Consigna 2

Luego de que cada alumno arma su texto, se forman grupos y cada miembro comparte su producción. Posteriormente, se les entrega un papel afiche y se les pide que traten de dibujar

lo que ven en cada estación en que se detuvo la nave (como si fuera la cámara fotográfica que va registrando las imágenes) y vuelvan a escribir un relato, pero esta vez, a modo de resumen de las ideas y discusión del grupo. Finalmente, cada grupo expone frente al resto sus conclusiones.

La primera consigna (*Tabla 1*), tiene una estructura más parecida a una evaluación de conocimientos que a una indagación de ideas previas. Este tipo de interrogatorios según Meinardi (2010) *“no puede ser considerada una verdadera indagación de ideas previas debido a que las respuestas que se dan no suelen conducir a explicaciones acerca de la forma de pensar un problema o de explicar un fenómeno. Las respuestas que una persona da en un momento, y cambia en el siguiente, podrían ser consideradas “ideas ad hoc”, que le sirven para salir del paso. No tienen ninguna utilidad didáctica salvo la de hacernos saber que la persona interrogada no sabe la respuesta o, en muchos casos, ni siquiera comprende qué le estamos preguntando”*.

Sin embargo, la segunda consigna (*Tabla 2*), con su estructura de situación-problema, es más efectiva dado que busca determinar las representaciones que tienen los alumnos respecto de la dinámica interna terrestre. Este tipo de representaciones interfieren con el acceso al conocimiento científico (Meinardi, 2010), de allí la importancia de explicitarlas y reflexionar sobre ellas.

A modo de conclusión se puede decir que la Consigna 2 de la Actividad 1 (*Tabla 2*), resulta coherente con el objetivo planteado para la clase, dado que permite que los alumnos expliciten un grupo de ideas que permiten trabajar sobre algunos de los obstáculos relevados por Pedrinaci (2001) como ser la naturaleza de las rocas, la inaccesibilidad de los procesos y la diversidad y amplitud de las escalas espaciales. La otra consigna parecería no agregar nada nuevo a la hora de alcanzar el objetivo planteado. A su vez, el objetivo de la clase permite construir conocimientos coherentes con los objetivos particulares i, ii y iv. De esta manera, esta consigna de la Unidad, permitiría alcanzar los objetivos del Proyecto.

Ejemplo 2: Actividad 1, Clase 1, Unidad “Construyendo la historia de la Tierra: su historia y dinamismo”

En esta Unidad Didáctica, las autoras plantean como objetivos a trabajar:

- i. Que los alumnos comprendan que la Ciencia avanza a través de modelos, tratando particularmente la deriva continental hasta la constitución de la tectónica de placas.
- ii. Que logren familiarizarse con la escala de tiempo geológico y con las dificultades para su comprensión a la hora de enseñarlo.
- iii. Que comprendan que la Tierra es un sistema dinámico y su vinculación con los procesos geológicos.
- iv. Que obtengan herramientas para analizar material sobre la historia de la Tierra y puedan utilizarlo en el momento de la enseñanza.
- v. Que se familiaricen con el modelo actual de estructuración y dinámica de la Tierra haciendo hincapié en los espesores relativos de las distintas capas y la generación puntual y localizada del magma, vinculándolo con las ideas previas/obstáculos presentes en los estudiantes sobre esta temática particular.

La clase 1 está diseñada para trabajar el concepto de tiempo geológico y tiene como objetivo *“familiarizarse con la escala de tiempo geológico y las dificultades para su comprensión a la hora de enseñarlo”*. La actividad 1 (*Tabla 3*) tiene como objetivo que los alumnos *“tomen contacto con la escala de tiempo geológico y la noción de magnitud, y que puedan poner en perspectiva y comparar los fenómenos geológicos cotidianos”*. A su vez, se propone *“promover el trabajo en grupo, la comunicación y la reflexión”*.

a) Organicen grupos de un máximo de 4 estudiantes a fin de confeccionar una línea del tiempo en la cual se compare paralelamente el período de tiempo que figura en la tabla siguiente y la columna designada por los docentes para su grupo en cuestión (distancia recorrida o día en año calendario). Junto con la línea confeccionada anoten todas las aclaraciones que consideren pertinentes para su entendimiento y las dificultades que fueron presentándose durante la confección.

b) Si además les pidiéramos que agreguen a la línea de tiempo eventos tales como:

-caída del Imperio Romano de Occidente en el año 476 D.C.

-la llegada de Colón a América el 12 de octubre de 1492

-la Revolución Francesa (1789-1799)

-la declaración de la Independencia de la Argentina, el 9 de Julio de 1816

-el día del nacimiento de los integrantes del grupo

¿Sería posible? ¿Qué dificultades se les presentarían? ¿Cómo lo resolverían?

c) Explicar al resto de la clase el desarrollo de la actividad, para lo cual se recomienda considerar las aclaraciones y dificultades detalladas en los puntos a y b

Período de Tiempo	Evento evolutivo mayor	Distancia recorrida en una carrera de 10 km (10000 m.)	Día en un año calendario
4500 ma*	Se forma la tierra;	0 m	1 enero
	Carencia de oxígeno libre		
3800 ma	evolucionan los Procariontes;	1556 m	25 febrero
	hidrosfera presente		
2500 ma	Evolucionan los Eucariontes;	4444 m	13 junio
	oxígeno presente en la atmósfera		
543 ma	Período Cámbrico;	8793 m	15 noviembre
	explosión del filo animal		
500 ma	Período Ordovícico;	8889 m	19 noviembre
	Evidencias de plantas complejas sobre tierra;		
440 ma	Período Silúrico;	9022 m	24 noviembre
	Plantas vasculares y artrópodos sobre tierra		
409 ma	Período Devónico;	9091 m	27 noviembre
	formación de montañas en Norteamérica; aumento del agua fresca		
354 ma	Período Carbonífero;	9213 m	1 diciembre
	importante radiación de insectos		
290 ma	Período Pérmico;	9356 m	6 diciembre

	Predominan los reptiles parecidos a los mamíferos; enorme extinción sobre tierra y en el agua al final del período		
245 ma	Período Triásico;	9456 m	9 diciembre
	los ancestros de los dinosaurios están presentes y se diversifican		
206 ma	Período Jurásico;	9542 m	13 diciembre
	Pangea empieza a fragmentarse; los dinosaurios continúan diversificándose		
144 ma	Período Cretáceo;	9680 m	18 diciembre
	las angiospermas se diversificaron rápidamente		
65 ma	Período Terciario;	9856 m	24 diciembre
	Se extinguen los reptiles terrestres y marinos, y muchos invertebrados marinos		
1,8 ma	Período Cuaternario;	9996 m	8:30 p.m.
	primeros homínidos presentes		31 diciembre
*ma=millones de años			

Tabla 3: Clase 1, Actividad 1

Si consideramos que una de las dificultades en el aprendizaje del tiempo geológico radica en no poder dimensionar los eventos geológicos y ponerlos en perspectiva (Pedrinaci, 2001), la actividad logra relacionarlos claramente con eventos cotidianos. En pos de trabajar la noción de magnitud y facilitar la comprensión de la escala utilizada, se podría problematizar la relación puntual entre un día de la escala cotidiana y su correlato en la escala geológica. Esta actividad es efectiva en términos del objetivo de la clase ya que permite familiarizarse con la escala de tiempo geológico. Esto a su vez, sugiere coherencia con el objetivo ii de la Unidad y con los objetivos del Proyecto en estudio.

Se analizaron un total de 16 actividades comprendidas en tres Unidades Didácticas (Tabla 4) que trabajaban uno o ambos ejes en estudio.

	Tiempo geológico	Obstáculos	# de Actividades
Placas Tectónicas	-	X	7
Construyendo	X	X	4
Los procesos	X	X	5

Tabla 4: Detalle de Actividades relevadas de cada planificación y eje que trabajaban

CONCLUSIONES

En base al análisis realizado, podemos observar que en la unidad didáctica "**Construyendo la historia de la Tierra: su historia y dinamismo**", se relevan en varias ocasiones ideas previas que pueden englobarse dentro de los obstáculos planteado por Pedrinaci (2001). Dado que, como afirman Osborne y Freyberg (1991), "*los alumnos siempre tienen ideas previas que influyen en su pensamiento sobre cualquier tema*" y que las mismas se refuerzan o modifican y, en consecuencia se expande su aplicabilidad (Harlen, 1989); se destaca el amplio tratamiento que se les da. Por otra parte, sobresale que no sólo se indagan ideas previas sino que también se las ofrece como herramienta a los futuros docentes. Estas actividades permiten a los alumnos reflexionar sobre su futuro rol profesional. Respecto al concepto de tiempo geológico, se realiza una aproximación al mismo interesante y que facilita su comprensión.

En "**Los procesos geológicos y el tiempo geológico**", se destaca el tratamiento paulatino que se le da al concepto de tiempo geológico apoyándose en la cotidianidad, facilitando así la construcción de dicho concepto clave en la disciplina por parte de los alumnos.

Al igual que en la Unidad Didáctica anteriormente mencionada, se trabaja con los obstáculos de esta disciplina desde el rol docente y su importancia para el aula.

Al analizar "**Placas Tectónicas: ¿Ciencia o Ficción?**" se observa un amplio trabajo de indagación de los obstáculos planteados por Pedrinaci, aunque se destaca que la manera de indagar interrogativa, presente en algunas de las actividades, no resulta efectiva. A diferencia de las otras planificaciones analizadas, en esta no se ofrecen a los alumnos las ideas previas como suministro del hacer docente, sino que se sirve de ellas para la construcción de conocimientos en el futuro docente.

Dado que el objetivo del Proyecto "**La Enseñanza de las Ciencias de la Tierra: perspectivas para la formación docente**" es identificar algunos de los conceptos centrales de la disciplina, los obstáculos de comprensión que se presentan y las particularidades del conocimiento geológico; podemos concluir que tanto "**Construyendo la historia de la Tierra: su historia y dinamismo**" como "**Los procesos geológicos y el tiempo geológico**", logran satisfacer los mismos eficazmente.

Por su parte, "**Placas Tectónicas: ¿Ciencia o Ficción?**", plantea actividades interesantes para detectar obstáculos, pero no explicita la necesidad del trabajo con los mismos en el aula. Si esta planificación tuviese como pre requisitos, que los alumnos a los que va dirigida ya hayan trabajado sobre la necesidad de indagar las concepciones alternativas del estudiantado y, sumando una actividad de reflexión al finalizar la Unidad, la misma cumpliría con éxitos los objetivos del Proyecto.

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. (2014) Relevamiento de los contenidos curriculares de Ciencias de la Tierra en la formación de profesores de primaria de la Ciudad de Buenos Aires. *TerraDidactica*, 10(3), pp 455-460.

Ault, C. (1998) *Criteria of excellence for geological inquiry: the necessity of ambiguity*. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (2), pp 189-212.

Burchfield, J.D. (1998) *The age of Earth and the invention of geological time*. Geological Society of London Special Publications, 143, pp 137-143.

- Camilloni, A. (1997) *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza*. Gediza, pp 9-30.
- Cañal, P.; Carmen, L.; García Barros, S.; Jiménez, M.; Márquez, C.; Martínez Losada, C.; Pedrinaci, E.; Pro, A.; Pujol, R.; Sanmartí, N. (2011) *Didáctica de la Biología y la Geología*. Vol. II, (4), pp 71-75.
- Cervantes Nemer, V.; Loredó Enríquez, J. (2009) *Manual Pedagógico de Prácticas de Química General en Microescala*. Universidad Iberoamericana, 3era. Edición
- Compiani, M.; Gonçalves, P. (1996). *Epistemología e Historia de la Geología como fuentes para la selección y organización del currículum*. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 4(1), pp 38-45.
- Dodick, J.; Orion, N. (2003) *Geology as an historical science: its perception within science and the education system*. Science & Education, 12, pp 197-211.
- Dolphin, G.; Dodick, J. (2014). *Teaching Controversies in Earth Science: The Role of History and Philosophy of Science*. En Matthews (editor) International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching. Springer.
- Frodeman, R. (1995) *Geological reasoning: Geology as an interpretive and historical science*. GSA Bulletin, 107 (8), pp 960-968.
- Harlen, W. (1989) *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Capítulo II, pp 38-50.
- Levinas, M. L. (2008) *La naturaleza del tiempo. Usos y representaciones del tiempo en la historia*. Capítulo III, (47) La edad de la Tierra, pp 103-107.
- Markley, M. (2010). *The [Geo]Scientific Method; hypothesis testing and geoscience proposal writing for students*. Journal of Geoscience Education, 58(4), pp. 198-202.
- Medina, J.; Rebelo, D.; Morgado, M.; Monteiro G.; Bonito, J.; Martins, L.; Marques, L. (2012) *El tiempo geológico: una contribución para la ciudadanía*. Comunicaciones del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología, pp 267-274.
- Meinardi, E.; González Galli, L.; Revel Chion, A.; Plaza, M. V. (2010) *Educación en ciencias*. Capítulo 5.
- Osborne, R.; Freyberg, P. (1991) *El aprendizaje de las ciencias: influencias de las "ideas previas" de los alumnos*. Capítulo 4, pp 84-90.
- Park, D.; Park, M. (2013). *Examining the features of Earth Science logical reasoning and authentic scientific inquiry demonstrated in a high school Earth Science curriculum: A case study*. Journal of Geoscience Education, 61, pp 364-377.
- Pedrinaci, E. (2001) *Dificultades para el aprendizaje de la dinámica terrestre: qué nos dicen las ideas de los alumnos*. Capítulo 3.
- Pozo, J. I. (1989) *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Capítulo VIII, pp 239-242, 252-254.
- Pyle, E. (2008). *A model of inquiry for teaching Earth Science*. Electronic Journal of Science Education, 12(2).
- Rayas Prince, J. (2004) *El reconocimiento de las ideas previas como condición necesaria para mejorar las posibilidades de los alumnos en los procesos educativos en ciencias naturales*. Revista Xictli, N°54.
- Sanmartí, N.; Izquierdo, M.; García, P. (1999) *Hablar y escribir: una condición necesaria para aprender ciencias*. Cuadernos de pedagogía, N°281

Seok, P. (2010). *Characteristics of abductive inquiry in Earth Science: An undergraduate case study*. *Science Education*, 95(3), pp 409-430.