

Geolodáctica, desafíos para renovar la enseñanza de la Geología

GEOLODACTICS, CHALLENGES IN RENEWING THE TEACHING OF GEOLOGY

HÉCTOR L. LACREU

ANACLETO TOESCA 1836, (5701) JUANA KOSLAY, SAN LUIS ARGENTINA

E-MAIL: LACREU@GMAIL.COM

Abstract: We analyze some problems derived from the curricular reduction of geological contents, the lack of interest in learning by students and the fear of teachers in interpreting geological outcrops. The existence of a confusing teaching practice due to an epistemological error is suggested, reflected in a certain mimicry between the didactics of Geology and that of the experimental sciences, and also in the adoption of “geodidactic” methods typical of Geography. We propose the challenge of constituting the Geolodáctica as a scientific field oriented to the investigation on didactics and the didactic transposition of Geology. It is expected that the objects of geological research such as: rocks, minerals, structures and geoforms, stop being isolated learning objectives and acquire greater sense as “historical-geological evidence”. Thus, Geolodactics will emphasize the construction of the history of geological landscapes, resources and geological risks of the native place. In this way, it will contribute to the formation of citizens through an adequate articulation between geological and political issues. In a “bourdian” sense, it will constitute a sphere of power where the geolodactics will have to dispute the identity and the leading role of Geology, both in the teaching of Geosciences and in the scientific communities of the Natural Sciences.

Manuscript:

Received: Quadrennial Conference of the International Geoscience Education Organization
 Accepted: 31/01/2019

Citation: Lacreu, H. L. 2019. Geolodáctica, desafíos para renovar la enseñanza de la Geología. *Terræ Didática*, 15, 1-11, e19017.
 doi: 10.20396/td.v15i0.8654666

Keywords: geolodactics, geology, teaching, didactics, civic education, geological landscape.

Linha temática: Educação, Ensino de Geociências e Formação Docente

1 Introducción

La enseñanza de la Geología viene perdiendo el escaso protagonismo curricular que pudo haber tenido en el campo de la enseñanza de las ciencias, tal como se señala en varios trabajos recientes de Argentina (Lacreu, 2014), Brasil (Araujo y Toledo, 2014) y España (Casas et al, 2016). Una mirada crítica permite advertir que paralelamente a tal retroceso, existe un incremento en publicaciones, congresos sobre enseñanza de las Geociencias, lo que parece constituir una paradoja que analizaremos con el auxilio de la Geolodáctica (Lacreu, 2012).

La deconstrucción de esa paradoja requiere de una reflexión sobre los actuales enfoques de la didáctica de la Geología y sus consecuencias en la formación de ciudadanos. En ese sentido, consideramos que el desinterés de alumnos y profesores por la Geología y el retroceso curricular en Argentina y en otros países constituye un problema que

se puede analizar, al menos, bajo tres hipótesis. La primera alude a que los objetivos de la Geología preuniversitaria, se tornaron ambiguos y con escasa relevancia social.

Ello se debe a que su presencia dentro del conjunto de las Geociencias, quedó “diluida” y carente de significados y emociones para el ciudadano común. La segunda hipótesis es que la Geología ha sido caracterizada, erróneamente, como una ciencia experimental como Física o Química y no como una ciencia histórico-interpretativa (Frodean, 2010) y esto se trasladó a una didáctica epistemológicamente impropia y desmotivadora. La tercera hipótesis, refiere a que el colectivo de profesores de Geología - en su mayoría no son geolodactas - carecen de referentes académicos y gremiales que participen en las “luchas del poder académico” para defender la pertinencia curricular de la Geología y su importancia para la formación de ciudadanos.

Cabe señalar que la distorsión epistemológica en el ámbito curricular, obedece tanto a la omisión de la Geología del campo de las ciencias naturales, como a confusiones entre Geología y Geografía o entre Geología y Geociencias. En efecto, con mucha frecuencia, la Geología es mencionada como sinónimo de Geociencias como ocurre en el interesante libro “Geología para la sociedad” (ICOG, 2015 p. 2). Esta ambigüedad influye en la desjerarquización de la Geología y dificulta el fiel reconocimiento de sus objetos de estudio y metodologías, así como el desarrollo de un adecuado proceso de transposición didáctica.

A modo de diagnóstico, debemos recordar que varias investigaciones señalan que la enseñanza de la Geología en Argentina, Brasil y España está en problemas, por su retroceso curricular, por un enfoque epistemológico errado (Lacreu, 2015, p.471) y porque su enseñanza generalmente es realizada por profesores con una inadecuada e insuficiente preparación (Del Toro y Morcillo, 2011; Araujo y Toledo, 2014).

Dicho diagnóstico puede completarse mediante la consulta de la exhaustiva bibliografía incluida en los trabajos antes citados. Allí se analizan varias dificultades prácticas para la adecuada enseñanza de la Geología, especialmente en la educación secundaria. Se recomienda especialmente el trabajo de Pedrinaci, donde se analiza la dificultad de algunos profesores para resolver problemas sencillos en el campo (Pedrinaci 2012a p. 84)

De un modo pragmático y sin profundizar en las razones históricas de la actual situación, asumimos y respetamos los acuerdos curriculares por los cuales la Geología forma parte de las Geociencias. Sin embargo, sostenemos la necesidad de abordar y jerarquizar la didáctica de la Geología de una manera diferenciada y específica, esperando que otros se ocupen de la didáctica de la climatología, oceanografía, astronomía, paleontología etc.

Entendemos que la habitual expresión “didáctica de las Geociencias” representa una supuesta unidad conceptual que boicotea la posibilidad de apreciar la singularidad epistemológica de la Geología y su consecuente valoración social. Por tal razón, (a) intentaremos delimitar el campo de la didáctica de la Geología, (b) realizaremos una breve caracterización de la situación en el presente, (c) compartiremos algunas reflexiones para promover la renovación y mejoramiento la enseñanza de la Geología en los niveles preuniversitarios.

2 Génesis del neologismo Geolodáctica

Con la propuesta del neologismo Geolodáctica se intenta promover la reflexión y la reorientación de la didáctica de la Geología con fundamentos epistemológicos basados en su singularidad como ciencia histórico interpretativa. De este modo, se espera lograr una clara diferenciación con la didáctica de las ciencias experimentales y la Geodidáctica de las ciencias sociales.

El vocablo Geolodáctica puede resultar extraño, sobre todo porque existe “Geodidáctica” que consideramos inadecuada porque se ha utilizado indistintamente para referirse tanto a la enseñanza de la Geografía como de la Geología. Dicha ambigüedad, ha provocado confusiones epistemológicas que distorsionan el sentido de la Geología toda vez que se utilizan criterios de las ciencias sociales para la enseñanza de una disciplina de las ciencias naturales.

Cabe señalar que el modelo de la Geodidáctica, fue legítimamente construido por y para las ciencias sociales, lo cual se verifica en internet donde dicho término aparece 30 veces más asociado a Geografía que a Geología. En una reciente búsqueda de asociación de palabras clave en internet con GOOGLE (31-01-18, 20:40 hs.) se encontraron los siguientes resultados:

- geodidáctica+Geografía: Cerca de 23.400 resultados
- geodidáctica+Geología: Cerca de 750 resultados

Por dichos motivos y respetando la filiación humanística de la Geodidáctica, nos pareció conveniente crear el neologismo de Geolodáctica para evitar la continuidad en las confusiones epistemológicas tanto en la definición de los campos como en los procesos de transposición didáctica.

El neologismo Geolodáctica es un acrónimo que “resulta de la composición de dos términos que no solo intentan reflejar su filiación, sino que, tratándose de un único término, denota que el campo está configurado en base a la integración y no a la mera sumatoria de disciplinas” (Lacreu, 2012 p. 97). Así, se utilizó el prefijo “geolo” para adscribir a la disciplina geológica y el sufijo “dáctica” para la didáctica, prescindiendo de la raíz “geo” debido a que, al estar compartida por Geología y Geografía puede mantener a las confusiones ya señaladas.

Sobre la base de lo expuesto, sugerimos el abandono del modelo geodidáctico para la enseñanza de

la Geología y su reemplazo por la Geolodáctica que caracterizaremos a continuación.

3 ¿Qué es la Geolodáctica?

En forma provisoria, proponemos su caracterización como el ámbito en el que los geolodactas investigan sobre los procesos de alfabetización geológica en todas sus dimensiones (didáctica, política, cultural, laboral, propedéutica).

Se trata de un campo disciplinar sobre la enseñanza de la Geología, que de hecho existe, pero “diluido” dentro del campo mayor de las ciencias de la Tierra, con escaso reconocimiento académico y nula inserción institucional. Sus integrantes, mayoritariamente son biólogos, geólogos y pedagogos que trabajan, reflexionan sobre sus prácticas en la enseñanza de la Geología en los niveles preuniversitarios. Además, comunican sus investigaciones y experiencias en diversas revistas y congresos que también constituyen el mencionado campo y desarrollan un proceso análogo al de otros campos científicos académicamente más consolidados.

La Geolodáctica de los contenidos geológicos (materiales, geoformas, estructuras y procesos geológicos), debería modificar sus enfoques experimentales mediante la incorporación de nuevas estrategias y, sobre todo, realizando una selección contextualizada de contenidos destinados a la formación de sujetos políticos y no potenciales geólogos. Así, se propone que los conocimientos estén al servicio de la interpretación de la historia del paisaje geológico del lugar natal, es decir, de la región donde se ubica la escuela y donde nacieron y viven la mayoría de sus alumnos y los profesores. Considerando esta contextualización, sugerimos el apartamiento del enfoque puro y neutral de la ciencia y la incorporación de estrategias de formación ciudadana articulados con las problemáticas del lugar natal.

Dicha formación debería realizarse sobre la base de reflexionar y emitir opiniones sobre factores geológicos tales como los recursos y los riesgos geológicos, cuya presencia o ausencia en el lugar natal condicionan la calidad de vida de la comunidad y por lo tanto son motivo de interés social y político (Lacreu, 2009). Dichos factores, siempre influyen en la calidad de vida de la comunidad y deben ser motivo de reflexión para que los ciudadanos aprendan cómo involucrarse debates ambientales y en audiencias públicas, en las que se busque la licencia social para utilizar recursos geológicos y/o prevenir amenazas y evaluar riesgos geológicos.

3.1 La Geolodáctica como campo disciplinar

La Geolodáctica es un campo que se está configurando “de hecho” a nivel internacional, gracias a numerosos colegas que han protagonizado una fecunda y creativa producción tanto en la transposición didáctica de contenidos de la Geología, como en la puesta en valor de sus aportes para la formación ciudadana. Por estas razones, se considera que se ha logrado una madurez que merece un reconocimiento disciplinar, aunque queda por delante el desafío de perfeccionar la construcción del campo geolodáctico.

En un sentido bourdiano, el capital simbólico de este campo disciplinar está constituido tanto por instituciones (asociaciones de profesores, simposios y congresos, ONU, universidades) y sujetos (geólogos, geocientíficos, biólogos, pedagogos etc.), así como por sus producciones orientadas al mejoramiento de la enseñanza de una Geología que aporte a la formación de ciudadanos. Dicho mejoramiento debe nutrirse de las raíces históricas y epistemológicas de la Geología y de las didácticas fundadas en los procesos emocionales y cognitivos de los aprendizajes. Por otra parte, su producción debería fundarse en investigaciones educativas, formación de recursos humanos y procesos de transposición didáctica contextualizadas.

La caracterización de la Geolodáctica como campo disciplinar, implica el reconocimiento de la existencia de conflictos de poder interno y sobre todo externo. Conforme a esta visión sociológica del campo, la enseñanza de la Geología además de los conflictos didácticos y epistemológicos, también deberá enfrentar aspectos políticos. En consecuencia, será necesario desarrollar estrategias para competir por el capital científico en absolutamente todos los escenarios, especialmente dentro del sistema educativo.

Por su naturaleza, el campo de la Geolodáctica será necesariamente heterónimo (Bourdieu, 2003:76), rasgo que no debería ignorarse porque habrá de condicionar el desarrollo del campo conforme al “microcosmos” del medio socio-político-económico en el lugar que se inserte. Así, estas consideraciones procuran advertir que la construcción colectiva de la Geolodáctica involucrará conflictos de intereses y requerirá de estrategias de reorganización del capital simbólico existente para poder salir de la “burbuja académica” y dar una “batalla” política tendiente a la alfabetización geológica de los ciudadanos.

4 ¿Por qué la Geolodáctica?

La Geolodáctica se hace necesaria porque la alfabetización geológica realizada hasta el momento se ha mostrado insuficiente para formar ciudadanos social y políticamente responsables. Sin desconocer la existencia de factores culturales, ideológicos y laborales, se percibe que dicha insuficiencia obedece (en parte) al predominio de un modelo analítico, que propone el estudio de los diferentes elementos geológicos de modo fragmentario y descontextualizado, sin una adecuada articulación con las nociones de tiempo y espacio (Lacreu, 2017a). En consecuencia, parece necesaria una renovación que incorpore una mayor y mejor articulación entre la enseñanza de los contenidos geológicos, el conocimiento del paisaje geológico natal y la reflexión sobre la disponibilidad actual y futura de recursos geológicos y la protección de las amenazas geológicas.

Las estrategias didácticas, no han logrado reducir el analfabetismo geológico y ello se advierte en la cantidad de errores conceptuales y obstáculos epistemológicos que inhiben algunas competencias ciudadanas (Lacreu, 2009), por ejemplo:

- a) comprender que el paisaje geológico no es inmutable, que tiene una historia singular e irrepetible y que las evidencias que permiten su reconstrucción están a la vista de todos.
- b) asumir que la búsqueda y hallazgos de nuevos recursos mineros o hídricos, así como la prevención de riesgos sólo son posibles a través del conocimiento histórico-geológico de cada región.
- c) desnaturalizar los riesgos y “daños colaterales” causados por la explotación de recursos naturales y por la modificación antrópica de paisajes a través de urbanizaciones, presas hídricas, alteo de rutas en llanuras, caminos de montaña etc.

Aunque las razones del analfabetismo geológico son múltiples y complejas (Lacreu, 2012), en este trabajo nos concentraremos en analizar algunos aspectos epistemológicos y distorsiones en la praxis docente, a los efectos de justificar la construcción y valoración de la Geolodáctica.

4.1 Conflictos epistemológicos en la didáctica de la Geología

Asumiendo los riesgos de caer en algunas simplificaciones y de ignorar o subvalorar algunas

experiencias valiosas, consideramos que algunos de los problemas que enfrenta la enseñanza de la Geología obedecen a un desplazamiento epistemológico inadecuado de su didáctica. En efecto, consideramos que involuntariamente se ha favorecido el analfabetismo geológico por haber adoptado o tolerado las didácticas de la Física y la Química y en otros de la Geografía.

El analfabetismo geológico (Lacreu, 2012 y 2017a) resulta altamente nocivo y se ha reflejado en las actitudes de los funcionarios políticos del sistema educativo argentino, que promovieron el retroceso curricular de la Geología. Probablemente, estos fenómenos hayan ocurrido debido al escaso involucramiento de geólogos especializados en investigaciones educativas y a que los contenidos geológicos generalmente son enseñados por profesores de Biología, Geociencias o Geografía (Pedrinaci, 2012 y Calonge, 2012), sin una adecuada preparación.

Por un lado, se percibe cierta mimetización entre la didáctica de la Geología y la didáctica de las ciencias experimentales (Compiani, 1990; Frodeman, 2001 p.44; Lacreu, 2017b). Entre otras cosas, dicho mimetismo consiste en dar una preeminencia excesiva a las experiencias/experimentos con modelos didácticos como los de permeabilidad y erosión de suelos, los terremotos y volcanes e incluso sobre la deformación de rocas. Este enfoque se complementa con aprendizajes (y evaluaciones) memorísticos de la sistemática de las rocas, minerales, geoformas, escala de tiempo etc. pero, lo más grave es la enseñanza espacial y temporalmente descontextualizada.

Por otro lado, se percibe la influencia “nociva” de la Geodidáctica de los componentes geológicos del paisaje, que son abordados (nombrados, investigados y utilizados) privilegiando la sistemática de sus geoformas o las relaciones de sus recursos naturales con la sociedad. Este enfoque geodidáctico, aunque apropiado para las ciencias sociales, resulta epistemológicamente desacertado para la geología porque omite la consideración de las variables de espacio y tiempo. En efecto, el enfoque geológico sobre los mismos componentes, permite advertir que forman parte de los denominados paisajes geológicos (Lacreu, 2017b), constituyendo una asociación de rocas, estructuras, geoformas etc., que responden a una secuencia de procesos geológicos cuya historia es necesario desentrañar como parte de la alfabetización geológica.

Las mencionadas desviaciones epistemológicas

generan conflictos innecesarios con las ciencias sociales que son de vieja data y están representados en las ideas de algunos profesores con escasa formación geológica, que consideran que la Geología está incorporada a la Geografía cuando, en realidad, “no sólo no son sinónimos, sino que ni siquiera deberían solaparse” (Anguita, 1994 p.16). Por tales motivos, sostenemos que las enseñanzas de muchos de los contenidos geológicos no están orientados a la comprensión de los fenómenos naturales, sino a caracterizar las relaciones entre la naturaleza y la sociedad que es una temática imprescindible en la formación ciudadana, pero impropia como objeto de estudio de la Geología.

En nuestra experiencia, los profesores de Biología y Geografía manifiestan que en sus clases enseñan principalmente procesos geológicos externos, suelos, rocas y minerales y recursos mineros. Esta descripción es coincidente con lo que ocurre en la Comunidad Autónoma del País Vasco (Casas, 2016 p. 217) y en otros países europeos (Calonge et al., 2012). Además, los profesores de diferentes procedencias coinciden en señalar las dificultades para la enseñanza del tiempo geológico y para interpretar los afloramientos en el campo.

La distorsión epistemológica que venimos señalando, también se manifiesta en la nomenclatura estandarizada de los campos disciplinares educativos. En efecto, la Geología se encuentra junto con paleontología, climatología, meteorología, oceanografía, (con la exclusión de los suelos) y este conjunto integra a las ciencias de la Tierra (UNESCO, 2015 p.27) y este subconjunto está localizado en el campo mayor de la Física 053 (UNESCO, 2015 p. 26; 56 y 67). Este agrupamiento arbitrario, choca con el enfoque epistemológico de la Geología como ciencia histórica e interpretativa y fortalece la imagen errónea de las Geociencias, particularmente de la Geología, clasificada como una ciencia experimental tal como la Física y la Química.

La Geolodáctica es necesaria porque se debe renovar la enseñanza de la Geología a la luz de los últimos aportes investigativos (Pedrinaci, 2012, Pedrinaci et al., 2013), pero de un modo articulado con aspectos políticos e ideológicos. De este modo, esperamos que se pueda lograr el alejamiento del paradigma obsoleto de la ciencia neutral y objetiva y un mayor acercamiento a las tensiones propias de las relaciones CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad). Aunque estos aspectos requieren de trabajos interdisciplinarios, consideramos que también deben estar presentes en la alfabetización geológica.

4.2 La Geolodáctica y la praxis docente.

El optimismo transmitido en la mayoría de las publicaciones sobre enseñanza de la Geología, no se condice con las decisiones políticas de las autoridades educativas de Argentina y España, que promueven la extinción de los contenidos geológicos en la educación preuniversitaria (Lacreu, 2014; Casas et al., 2016; Pascual, 2017). Se trata de una lamentable paradoja que se replica y profundiza en varios países europeos, donde los contenidos geológicos tienen escasa presencia curricular (Calonge, et al. 2012).

La extinción de la Geología en la educación secundaria, es analizada severamente por varios autores (Lacreu, 2014, Pascual, 2017). Por su parte, Pedrinaci (2012) en su excelente trabajo sobre la Alfabetización en Ciencias de la Tierra, señala que: “El problema es que tanto la administración educativa como buena parte del profesorado de ciencias tienen una idea de la Geología más propia de las propuestas que esta ciencia hacía hace 40 años que de su perspectiva actual. Y esa idea es la que plasma en unos currícula repetitivos y trasnochados que tienen poca conexión con la vida cotidiana y que no consiguen interesar ni a alumnos ni a profesores”. Y continúa: “En definitiva, estamos atrapados en lo que, en términos sistémicos, denominaríamos un bucle de realimentación positiva que tiende a expulsar a la Geología del sistema, con unos programas anticuados, incapaces de interesar a sus destinatarios que, en buena medida por eso, apenas se trabajan y que, en consecuencia, animan a la administración educativa a reducir su presencia.”

El retroceso curricular de la Geología, reconoce causas políticas y didácticas de la praxis docente derivados de la insuficiente formación, capacitación y actualización de los profesores que enseñan o enseñarán Geología. Es político porque hubo decisiones educativas/curriculares que ubicaron a la Geología junto con otras geociencias que poseen distintas finalidades y metodologías de investigación. Es didáctico porque esas diferencias no fueron consideradas y, en la mayoría de los procesos formativos, la didáctica de la Geología se ha concentrado demasiado en sus objetos de investigación relegando su objeto de estudio: los procesos históricos-geológicos. El resultado se traduce en una gran preocupación para la enseñanza de la sistemática de rocas, minerales, geoformas, estructuras, tectónica de placas, Eras geológicas etc. Sin embargo, estos contenidos raramente se ponen en un contexto local o regional, o están al servicio del conocimiento

de la historia de una porción del planeta.

En Argentina, la Geolodáctica es necesaria porque deben reformularse los criterios utilizados para la formación de profesorado en ciencias naturales, tanto en los institutos nacionales y provinciales, como en los profesorado de las universidades nacionales. En efecto, los profesores de Biología, Física y Química que suelen enseñar contenidos geológicos, en su formación inicial, tienen un insuficiente crédito horario para la formación geológica “pura y dura” y ninguno para la didáctica especial. En el mismo sentido deberá revisarse la idoneidad geolodáctica de los formadores de formadores, incluyendo los responsables de los cursos y talleres de capacitación y actualización. Mientras ello no ocurra, se mantendrá una estafa causada por la distorsión formativa que resulta de la enseñanza de las Ciencias Naturales sin los aportes de la Geología.

Finalmente, la propuesta del neologismo, también es una manera de “provocar” algunas reflexiones sobre la orfandad existente, especialmente en Argentina donde, salvo honrosas excepciones, la comunidad geológica no admite la especialización pedagógica de sus miembros. No se concibe que haya geólogos dedicados exclusivamente a la investigación educativa para la transposición didáctica de la Geología, ni a la formación de recursos humanos en este campo. Este rechazo, en buena medida explica el retroceso de la didáctica de la geología, mientras que acciones análogas en biología, física y matemáticas, cuanto menos, mantienen su jerarquía.

En síntesis, la comunidad geológica universitaria argentina se ha desentendido políticamente de los problemas de la alfabetización geológica. Por tal motivo, las autoridades de las Facultades que forman profesores de ciencias naturales, deben asumir sus responsabilidades políticas y sociales y propiciar la creación de espacios académicos y científicos donde la Geolodáctica para la alfabetización geológica se constituya en una política universitaria. (Lacreu, 2012, 2017a).

4.3 Aportes geolodácticos a la alfabetización geológica

Consideramos necesario el desarrollo de la Geolodáctica porque se corre el riesgo que el analfabetismo geológico aumente. Mientras tanto, los profesores de geología aún no hemos encontrado, estrategias para revertir el desinterés de los alumnos. Quizás ello obedezca a que no lo hayamos

buscado lo suficiente, que buscamos en lugares equivocados y/o con modalidades inadecuadas.

El mencionado desinterés, está en concordancia con un proceso global del desinterés por los aprendizajes en ciencia y tecnología en los alumnos de la enseñanza básica (menores de 15 años). Esta circunstancia fue analizada en el proyecto ROSE (Relevance Of Science Education) que investigó la valoración de los alumnos sobre sus experiencias con la ciencia escolar. Entre las conclusiones, se señala que en los países más desarrollados los alumnos de enseñanza básica demuestran menos interés por la ciencia y la tecnología que en los países menos desarrollados. (Sjøberg & Schreiner, 2010). Se trata de un dato político a tener en cuenta las didácticas en cada país y en cada región.

En relación con el desinterés por la Geología señalamos que, entre otras razones, se perciben procesos de transposición Geolodáctica poco sensibles a la consideración del contexto en la selección de contenidos y su adecuada secuenciación, para que resulte evidente el sentido geológico, práctico, cultural, social y político que ellos tienen para la formación de ciudadanos (Lacreu, 2017c).

El mencionado contexto, además de la Geología de superficie y subsuelo del lugar natal, debe configurarse incluyendo la cultura, las condiciones sociales, económicas y políticas de cada comunidad. Por otra parte, desde una visión antropológica, debería considerarse que las singularidades geológicas pueden constituir rasgos de identidad territorial con valor patrimonial. En estos casos, la conservación y puesta en valor, requiere de compromisos sociales y de decisiones políticas que deberían formar parte de la alfabetización geológica. Estas consideraciones contextuales contribuirán para formular propuestas motivadoras y constituyen un desafío interdisciplinario del que no pueden estar ausentes los geolodactas.

Por otra parte, se percibe que el analfabetismo geológico dificulta la adecuada comprensión de los problemas ambientales, que en su mayoría involucran objetos de investigación específicamente geológicos. En efecto, la mayoría de dichos problemas aluden a daños sociales derivados de manejos deficientes de recursos mineros, hídricos, edafológicos, paisajísticos y también, a supuestas imprevisiones en relación con riesgos de inundaciones, terremotos, volcanismo, derrumbes y otros.

La Geolodáctica, orientada por el sentido histórico de la Geología podrá contribuir con la alfabetización geológica para desnaturalizar los daños sociales. En efecto, desde este campo es posible ayu-

dar a comprender que la mayoría de los problemas ambientales pueden resolverse/prevenirse antes de que se concreten los daños sociales. Para ello se requiere lograr una predicción de la evolución de las amenazas geológicas naturales o inducidas, antes que el hombre modifique la naturaleza. Si estas predicciones /anticipaciones no se realizan o son deficientes, el problema ambiental dejará de serlo para convertirse en un daño social. Sin embargo, este daño no será “natural” sino antrópico y producto de intervenciones humanas que, por variados motivos, fueron inadecuadas.

5 ¿Para qué la Geolodáctica?

La Geolodáctica es necesaria para la reorientación de los procesos de transposición didáctica mediante la incorporación de la historia geológica del territorio natal. De esta manera, por un lado se contribuye a una formación cultural orientada a la construcción de identidad y al placer de disfrutar y comprender los orígenes del territorio que se habita. Por otro lado, se promueve la comprensión de la distribución regional de recursos y riesgos geológicos que influyen en una comunidad. Este enfoque, necesariamente debe articularse con la reflexión sobre la naturaleza política de las interacciones sociedad-naturaleza y sus consecuencias sobre a la vida cotidiana de la sociedad.

Así, la Geolodáctica estará al servicio de la alfabetización geológica para la formación de ciudadanos, recordando que la mayoría no serán geólogos. Además, permitirá poner en contexto la enseñanza de las otras ciencias naturales ya que a “través de la Geología es posible la construcción de una visión sistémica de la naturaleza y el desarrollo de estrategias de pensamiento complejo” (Rojero, 2010).

En efecto, esta visión puede concretarse por los siguientes motivos:

1. A diferencia de las otras ciencias, muchos de sus objetos de investigación no pueden ser aislados y llevados al laboratorio. En efecto, los componentes abióticos del paisaje tales como las geofomas, las estructuras, los contactos geológicos, las discordancias, las sombras y los brillos de sus materiales etc. únicamente se pueden restudiar en el terreno. Sólo pueden aislarse algunas rocas, minerales y fósiles.
2. Del ítem precedente se desprende que “el todo es más que la suma de las partes”.

3. Ofrece un pensamiento científico sobre temas cotidianos y ayuda a tener una visión menos analítica (sistemática) y más sistémica de la naturaleza.
4. La Geología, entendida como ciencia histórica, no se limita a la clasificación de los “temas” sino que indaga sobre su génesis, interacciones y la secuencia cronológica de dichas interacciones. Para todo esto, además requiere la reconstrucción de las condiciones físico, química, biológica, topográficas, geográficas, climáticas en el pasado geológico.
5. Contribuye a la formación ambiental ofreciendo nociones sobre la evolución de los procesos naturales, que son el punto de referencia para estimar/evaluar los cambios antrópicos.

Sobre la base de lo expuesto, se comprenderá que la ausencia curricular de la Geología impide avanzar en esa visión, porque se omiten nociones clave para comprender que los productos de las interacciones señaladas en el punto 4, han quedado registrados y hoy pueden “leerse” en las rocas. Por tal motivo, se destaca la importancia de considerar que el objeto de estudio de la Geología son los procesos histórico geológico de la Tierra y que estos son el resultado de la interacción entre la composición material y las estructuras y, ambas, cambian en el tiempo geológico contribuyendo a la evolución del espacio geológico. (Potapova, 1968, p.88-89).

Así, para acceder al conocimiento de ese objeto de estudio, se utilizan los objetos de investigación que están disponibles en la corteza terrestre como son las rocas, los minerales y las estructuras, que reflejan los fenómenos que ocurrieron en el pasado geológico. Dicha afirmación, destaca la distinción epistemológica entre las ciencias experimentales y la geología, porque “sus objetos de investigación resultan más complejos y son irreducibles a los procesos de laboratorio y al uso de variables controladas. Las evidencias a ser estudiadas por la Geología, están en el campo y la extracción de muestras parciales requiere su estudio en el contexto original” (Frodeman, 2001, p.44).

Sostenemos que resulta inadecuado mantener los parámetros de la Física y la Química sin incorporar las raíces históricas de la Geología (Compiani, 1990). Por estas razones, proponemos asignarle mayor importancia al segundo enfoque porque “en general, las concepciones dialécticas conside-

ran a la Tierra como un objeto de investigación (la fuente de informaciones) y a los procesos históricos-geológicos como un objeto de estudio (la totalidad buscada). Así, el objeto el estudio es un todo estructurado, dialéctico, que no es sólo un conjunto de relaciones, hechos y procesos, sino que también incluye su creación (origen) estructura y génesis (Compiani, 1990 p. 295).

De esta manera se revaloriza la naturaleza histórica y hermenéutica del pensamiento geológico (Frodeman, 2010). A tal efecto, conviene reducir la tendencia de priorizar la precisión clasificatoria de rocas, minerales, suelos, paisajes, entendiendo que ese rigor es propio de los científicos y profesionales de la Geología, pero no deben trasladarse miméticamente para la formación de los ciudadanos. La sistematización es necesaria, pero restringida a la obtención de los datos más básicos que ayuden a interpretar los procesos que actuaron durante la historia geológica del paisaje natal.

5.1 Algunas propuestas Geolodácticas

Uno de los desafíos para la Geolodáctica, es ofrecer herramientas para que los ciudadanos inicien su acercamiento a la Geología tanto como una necesidad de comprender las razones de la presencia/ausencia de recursos y/o amenazas geológicas, como una posibilidad de gozar de la belleza del paisaje y de poder descifrar la historia del Paisaje Geológico. La situación ideal es que el objeto de estudio sea la propia región natal y que dentro de las metodologías se incorporen las salidas al terreno. No obstante, cuando estas son “imposibles”, se puede optar por “traer el territorio al aula” (Lacreu, 2017 p.312 y 316). Posteriormente, estos conocimientos podrán aplicarse para conocer regiones más distantes y más amplias.

La idea de contextualización pretende motivar la curiosidad y la emoción de los alumnos al cuestionar la idea intuitiva de un paisaje estático y enfrentar el desafío de construir una historia. No importa que se trate de un paisaje llano o montañoso, en cualquier caso, no “siempre” estuvo como se lo percibe en la actualidad, sino que tiene una historia pre humana que se puede desentrañar con el auxilio de la Geología.

Por otra parte, el estímulo de la curiosidad por conocer la historia del paisaje geológico natal, involucra una estrategia didáctica que apela a las experiencias previas del alumno (y su familia) a través de la “provocación” de un conflicto cognitivo, y del

ofrecimiento de los recursos didácticos que se inscriban en la zona de desarrollo próximo vigotskiana. En efecto, numerosos autores han comprobado el carácter atractivo y estimulante que tienen las salidas de campo y su potencialidad en relación con diferentes objetivos pedagógicos (Compiani et al., 1993). Además, una adecuada planificación debería incluir aspectos creativos como el dibujo de los paisajes actuales y el desafío de imaginar y dibujar los paisajes anteriores y los del futuro. Se trata de un ejercicio de reconstrucción y de prospectiva basado en las evidencias observadas en el campo. También es importante incluir propuestas lúdicas para favorecer situaciones de investigación escolar que requieran de la solidaridad y la socialización, facilitando de este modo la emergencia y circulación de emociones que contribuyen a generar un mejor clima de aprendizaje.

La historia del paisaje geológico del lugar natal, en general es desconocida para la comunidad y puede constituir un desafío a la curiosidad y a la creatividad. Cabe agregar que ello podrá ocurrir si el profesor está capacitado para elaborar un relato que transmita a sus alumnos la historia de algún otro paisaje geológico, de una manera sencilla y utilizando un lenguaje adecuado. A modo de ejemplo hipotético, tal relato podría ser una ficción que movilice la imaginación de los alumnos a saber: ... este relieve es el resultado de una cadena de sucesos que durante millones de años provocaron cambios en el paisaje por la actuación del inmenso calor interno de la Tierra, que hace mover las placas para formar océanos y construir continentes, montañas y volcanes (agentes geológicos internos). Lo curioso es que, mientras las fuerzas internas van construyendo el paisaje, las externas lo van destruyendo. Ello ha sucedido por la actuación de enormes ríos torrentosos que bajan de las montañas, los temibles huracanes que azotan las playas, los glaciares que bajan de las montañas y las grandes tormentas eléctricas que iluminan el cielo y, vertiginosamente, descargan millones de litros de agua de lluvia sobre los continentes (agentes geológicos externos). (Lacreu, 2017b)

Las propuestas de trabajo en el terreno (real o virtual) son más formativas y motivadoras cuando el protagonismo de las respuestas se traslada a las preguntas, siempre que estas vinculen el paisaje, sus recursos y riesgos con las expectativas de la permanencia en la calidad de vida de una comunidad, o de eventuales cambios positivos o negativos.

Las reflexiones sobre las expectativas de la cali-

dad de vida, requiere necesariamente de un ejercicio prospectivo que involucra la noción de tiempo geológico pasado para encontrar explicaciones sobre el presente y también involucra el uso del tiempo humano para elaborar los argumentos que permitan anticipar las condiciones futuras.

De esta manera queda en evidencia el papel clave del tiempo en nuestra cultura y en el sentido de la realidad cotidiana y sus cambios. Por otra parte, “el tiempo geológico es una de las ideas más relevantes en la historia del pensamiento. A pesar de no ser fácilmente comprendido, la variedad de sus dimensiones (v. gr., el período desde el último máximo glacial, las tasas de evolución, el tiempo que demora la erosión de las montañas o sustituir especies perdidas) ofrece perspectivas de uso práctico para personas de negocios, políticos y ciudadanos. Además de esto, la perspectiva de percibir nuestra vida y nuestros paisajes en una mayor extensión de tiempo puede llenar a nuestros alumnos de admiración sobre la maravilla que es la vida en la Tierra” (Cervato y Frodeman, 2013 p. 68)

En consecuencia, una de las formas motivadoras para la enseñanza de la Geología es la de proponer el trabajo en equipos de alumnos para investigar preguntas-problema como: ¿este paisaje siempre estuvo igual?, ¿Qué materiales constituyen sus geoformas y que importancia tienen como recursos mineros o agropecuarios?, ¿Desde cuándo están allí?, ¿Durante cuánto tiempo podrán ser explotados/utilizados?, ¿Habrán algún tipo de amenaza geológica? etc. Estas preguntas-problema contribuyen a motivar a los alumnos a través de una inmersión en el tema y es muy posible que la propuesta de considerar al paisaje local como objeto de estudio no sólo sea aceptada, sino demandada.

Otras preguntas-problema orientadoras, aunque no sean de carácter local, se refieren a considerar y evaluar amenazas de procesos cuya ocurrencia podría modificar la calidad de vida de la propia comunidad u otras distantes del planeta. Me refiero, por ejemplo, a (1) la erosión de los suelos su tiempo de regeneración y la influencia en la alimentación, (2) los riesgos de colapso o salinización derivados de la excesiva extracción de aguas subterráneas, (3), a fenómenos locales con impacto global como pueden ser las cenizas volcánicas, (4) la prevención de terremotos o (5) las inundaciones derivadas de grandes lluvias. Un proceso interesante y vigente es el retroceso de los glaciares, que tiene consecuencias muy concretas sobre la disponibilidad de agua dulce en el planeta, la recarga de acuíferos,

la inundación de ciudades costeras por ascenso del nivel del mar. Además, promueve interesantes reflexiones sobre las causas naturales o antrópicas o mixtas del cambio climático.

Desde un punto de vista social y cultural, también es necesario analizar en qué medida las obras civiles afectan a una comunidad. Nos referimos a las construcciones de caminos, embalses, así como a la minería de áridos o rocas de aplicación y a los emprendimientos metalíferos mega-mineros. Todos ellos, siempre modifican los paisajes que eventualmente pueden provocar problemas ambientales en los que aparecen tensiones entre las organizaciones ambientales, los responsables (técnicos, inversores, dueños) y las autoridades de aplicación.

Esas tensiones se producen debido al conflicto de intereses sobre el uso de los recursos naturales y su resolución requiere la comprensión de la evolución de los procesos geológicos y sus consecuencias. Para la resolución de dichos conflictos es necesario la actuación social oportuna, pertinente y políticamente responsable de la ciudadanía, de los funcionarios, de los técnicos del estado y de las empresas involucradas.

5.2 Reflexiones sobre la Geolodáctica del Paisaje Geológico

Las investigaciones escolares del paisaje geológico tendrán la complejidad propia de cada región, y del enfoque didáctico que se elija. Podrá ser simple como es el caso de una llanura con pocos materiales a la vista, o con mayor complejidad como ocurre en la barranca de un río con algunas capas de sedimentos, en una ruta con algunos afloramientos rocosos o bien en una montaña con diversas rocas y estructura.

Al respecto, no ignoramos que en las grandes ciudades localizadas en zonas llanas “la Geología” puede estar oculta. No obstante, se pueden desarrollar recursos didácticos “virtuales” mediante fotos, gráficos, modelos y muestras de los materiales de los primeros metros del subsuelo del Paisaje Geológico que se estudie y sus características, delimitarán las teorías geológicas necesarias para su interpretación. Por tal motivo, los geolodactas deberán decidir de qué manera introducirán diversos paisajes a fin de poder desarrollar los contenidos geológicos curriculares.

Los grandes cuerpos teóricos de la Geología, deberán estar siempre al servicio de la resolución

de problemas que tengan sentido para los alumnos. En consecuencia, es conveniente contextualizar los contenidos y evitar la enseñanza fragmentada de los grandes cuerpos teóricos por más importantes que estos sean. En efecto, nos referimos al ciclo de Wilson para entender la Tectónica de Placas, las series de Bowen para comprender la evolución magmática o los ciclos de Milankovitch para justificar las variaciones climáticas y los cambios del nivel del mar. Estos cuerpos teóricos junto con el ciclo de las rocas, sus procesos de deformación y otros, explicarán los rasgos composicionales y geométricos que constituirán los datos a considerar. Sin embargo, desde la Geolodáctica proponemos que dichos datos sean puestos en el contexto de un paisaje geológico al servicio de la interpretación (hermenéutica) de los procesos registrados y su ordenamiento cronológico (tiempo) para finalmente reconstruir una historia geológica de un geosito.

Finalmente, cabe señalar que estas propuestas intentan resignificar las ideas que históricamente dieron nacimiento a la Geología de la mano de James Hutton, quién a fines del siglo XVIII, en su "Teoría de la Tierra" (1795) defendía la idea de estudiar las rocas y sus relaciones en un determinado lugar y luego relacionar ese conocimiento local con los aspectos globales. Decía Hutton: "considero suficientemente interesante y comprensible construir un objeto de estudio de la historia natural describiendo la constitución particular de una pequeña porción de la Tierra" (Gonçalvez, 2004 p.136). La obra pionera de uno de los fundadores de la Geología, muestra que los procedimientos que utilizó en los estudios de los afloramientos y sus rocas, no se reducían al razonamiento descriptivo y taxonómico (Gonçalvez, op. cit. p.140), sino que estaban al servicio de la interpretación del origen y del ordenamiento temporal de los materiales.

En consecuencia, los aprendizajes sobre el lugar natal serán una especie de plataforma a partir de la cual los alumnos podrán desplegar sus alas, aplicar sus aprendizajes, dejar volar su imaginación para reconstruir las historias geológicas de cualquier paisaje del mundo que este visitando o desee conocer.

6. Conclusiones

Los problemas referidos al retroceso de la alfabetización geológica, son consecuencia de las decisiones políticas erróneas de las autoridades gubernamentales y universitarias, que han contado con la tolerancia y/o la insuficiente capacidad

de resistencia de la comunidad de investigadores y docentes de Geología.

Desde una visión crítica se puede afirmar que dichos problemas tienen dimensiones didácticas y políticas que no fueron abordadas adecuadamente. En efecto, los esfuerzos realizados en las innovaciones didácticas no tuvieron los resultados esperados debido, principalmente, a la distorsión epistemológica en la didáctica de la Geología.

Sin embargo, se descuidó la dimensión política en dos aspectos. El primero se relaciona con la escasa formación de ciudadanos con capacidad crítica para comprender y actuar en problemáticas ambientales. El segundo aspecto alude a la reducida promoción y escaso apoyo académico e institucional para el desarrollo de la didáctica específica de la geología: la Geolodáctica.

En consecuencia, se proponen algunos desafíos que entendemos ayudarán a mejorar la alfabetización geológica:

- ✓ Crear instancias favorables para el desarrollo de la geolodáctica:
- ✓ Renovar la enseñanza de la Geología privilegiando el carácter de ciencia histórica, tanto en el nivel preuniversitario como en la formación inicial y capacitación de profesores de Ciencias Naturales
- ✓ Promover la coherencia epistemológica en la enseñanza de las ciencias naturales.

Asegurar la transposición didáctica de la geología contextualizada en el paisaje geológico y articulada con las problemáticas ambientales y la formación ciudadana de los alumnos.

Referencias

- Anguita, F. (1994). Geología, ciencias de la tierra, ciencias de la naturaleza: paisaje de un aprendizaje global. *Enseñanza de las Ciencias*, **12**(1):15-21
- Araujo, E. P. R., & Toledo, M. C. M. de. (2014). Ciências da Terra em cursos que habilitam ao magistério de Ciências Naturais para o ensino fundamental. *Terræ Didática*, **10**(3), 319-330.
- Bourdieu, P. (2003). *Los usos sociales de la ciencia*. Buenos Aires ed. INRA 144p.
- Calonge, A., López, M.D., Meléndez, G., & Fermeli, G. (2012). Geoschools, el reto de mejorar la enseñanza de la Geología en la educación secundaria europea. In: Simp. Enseñ. Geología, **17**. *Actas...* AEPECT. p. 48-53.
- Casas, N., Maguregi, G., Zamalloa, T., Echevarría, I.,

- Fernández, M., & Sanz, J. (2016). Las salidas de campo y la Geología. El perfil académico y la actitud del profesorado de la ESO en la CAPV. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24(2), 213-220.
- Cervato, C., & Frodeman, R. (2013). Importância do tempo geológico: desdobramentos culturais, educacionais e econômicos. *Terræ Didática*, 10, 67-79.
- Compiani, M. (1990). Uma breve comparação entre as concepções de ciências geológicas analíticas e as concepções dialéticas. In: Lopes M. M., Figueiroa S. F. M., eds. (1990). *O Conhecimento Geológico na América Latina: questões de história e teoria*. Campinas: Ed. Unicamp. pp. 283-299
- Del Toro, R., & Morcillo, J.G. (2011). Las actividades de campo en educación secundaria. Un estudio comparativo entre Dinamarca y España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(1), 39-47.
- Frodeman, R. (2001). A epistemologia das Geociências. In: Marques, L; Praia, J. (Coord.) *Geociências nos currículos dos ensinos básico e secundário*. Aveiro, Portugal. Universidade de Aveiro. pp 41-57
- Frodeman, R. (2010). O raciocínio geológico: a geologia como uma ciência interpretativa e histórica. *Terræ Didática*, 6(2), 85-99. URL: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8637460>.
- ICOG (2015). *Geología para la Sociedad*. ICOG: Ilustre Colegio Oficial de Geólogos. España. URL: http://www.icog.es/TyT/files/geo_sociedad.pdf.
- Gonçalves, P.W. (2004). James Hutton: taxonomía, interpretación de cuerpos geológicos y enseñanza de la ciencia del sistema Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 12(2), 133-141.
- Lacreu, H. L. (2009). La importancia de las Geociencias para la construcción de ciudadanía en el currículo de la enseñanza básica. *Processo Curricular, diferentes dimensões*, Cap 1:17-36 Florianópolis. Brasil Recuperado de <<https://www.academia.edu/3881178>>
- Lacreu, H.L. (2012). Raíces políticas del analfabetismo geológico. *XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología*. Comunicaciones: 91-99, Huelva, España
- Lacreu, H. L. (2014). Aciertos, distorsiones y falacias en la enseñanza de las ciencias naturales de la educación secundaria obligatoria de Argentina. *Terræ Didática*, 10(3), 217-226. Campinas, Brasil. recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/270104720>.
- Lacreu, H. L. (2015). Geociencias para la formación ciudadana. *XIV Congreso Geológico Chileno*, Actas:469-472. La Serena, Chile. recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/317721970>.
- Lacreu, H. L. (2017a). Desafíos de la Alfabetización Geológica. *XX Congreso Geológico Argentino*, Actas:20-24, Tucumán, Argentina. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/328792664_Desafios_de_la_Alfabetizacion_Geologica.
- Lacreu, H. L. (2017b). El paisaje geológico en la enseñanza de las Geociencias: ¿es un recurso didáctico, es un objeto de estudio o ambas cosas a vez? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 25(3), 310-318.
- Lacreu, H. L. (2017c). *The Social Sense of Geological Literacy*, doi: 10.4401/ag-7558. In: Peppoloni, S., Di Capua, G., Bobrowsky, P.T., & Cronin, V. (Eds.). *Geothics at the heart of all geosciences*. *Annals of Geophysics*, Vol. 60, Fast Track 7.
- Pascual, J.A. Trillo (2017). Necesitamos la Geología también en Bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 25(39), 274-284
- Pedrinaci, E. (2012). Alfabetización en Ciencias de la Tierra, una propuesta necesaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20(2), 133-140.
- Potapova, M. S. (1968). Geología como una ciencia histórica da natureza. *Terræ Didática*, 3(1), 86-90. Recuperado de <http://www.ige.unicamp.br/terrae-didatica/>
- Rojero, Fernando F. (2010). ¿Una asignatura sistémica o sistemática? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 8(3), 189-196
- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2010). *The ROSE Project an overview and key findings*. Report of the ROSE (Relevance of Science Education) project University of Oslo, Noruega Recuperado de <http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf>
- UNESCO (2015). *Fields of education and training 2013 International Standard Classification of Education (ISCED-F 2013) – Detailed field descriptions* Recuperado de <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/international-standard-classification-of-education-fields-of-education-and-training-2013-detailed-field-descriptions-2015-en.pdf>.