

Las transformaciones del relieve en la clase de Ciencias Naturales. Una secuencia de enseñanza a partir de observaciones de paisajes argentinos

La práctica de la enseñanza en Ciencias Naturales es una construcción social compleja que articula distintos componentes, entre ellos: el universo de los contenidos y sus recortes sustantivos, las estrategias de enseñanza, las representaciones de los estudiantes y el contexto donde se sitúa la práctica. Esencialmente, este trabajo del docente está impregnado de sus concepciones acerca de la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje, lo que hace de la práctica una construcción no neutral, opaca y plena de ideologías. Es un campo de decisiones, desde el cual la mirada que despliega cuando instruye, focaliza los modos de interpretar las situaciones y las resoluciones prácticas.

Los contenidos que se enseñan, se configuran en la transposición didáctica (Chevallard, 1991). En este proceso, el conocimiento erudito se transforma desde su producción en el ámbito de la comunidad científica a medida que se socializa. Estos saberes llegan al ámbito educativo y conforman los distintos niveles de los diseños curriculares, las planificaciones docentes, los textos escolares y finalmente, el contenido enseñado. Las concepciones, a las que hicimos referencia líneas arriba, moldean este tránsito y sus decisiones se plasman en él: ¿para qué?, ¿qué?, ¿cómo?, ¿con qué enseñar? y en ¿a quién?, ¿qué? y ¿cómo evaluar? Por consiguiente, es oportuno poner en juego lo que Gastón Bachelard (1975) denomina *vigilancia epistemológica* de los conocimientos que producen las ciencias, como ámbitos institucionalizados.

Desde una perspectiva constructivista, los profesores ponemos en interacción los contenidos seleccionados con las representaciones de los alumnos. La elección de una determinada perspectiva genera importantes desafíos vinculados, entre otros, a las miradas de la realidad del aula y, en un plano operativo, a las estrategias de enseñanza seleccionadas. Por eso, desde la perspectiva propuesta es posible generar estrategias adecuadas para indagar su pensamiento y descubrir sus inconsistencias y sus

por Eduardo Marcelo Soria

emarcelosoria@yahoo.com.ar

Eduardo Marcelo Soria

es Licenciado en Enseñanza de la Biología (CAECE) y Profesor en Ciencias Naturales, con estudios de postgrado en Maestría en Enseñanza de las Ciencias (Universidad Comahue) y Metodología de la Investigación (Instituto Joaquín V. González).

Actualmente, se desempeña como Vicerrector en la Escuela Normal Superior N° 4 «Estanislao Zeballos» y como profesor de Enseñanza de las Ciencias Naturales I y II, Seminarios y Talleres en el Profesorado para la Enseñanza Primaria y de Metodología de la Investigación en IFSD para el nivel medio.

Ha dictado numerosos cursos en la Dirección de Capacitación y Actualización Docente (hoy CePa) dependiente de la DFD CABA. En el exterior es Coordinador Académico de la Diplomatura en Ciencias Naturales de Universidad Pedagógica de Honduras (San Pedro Sula) y Profesor titular del Seminario: Laboratorio en Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Licenciatura de Educación Básica de la Universidad del Salvador.

certezas. En acuerdo con el pensamiento de Bachelard (*obra citada*, p. 15) esperamos que *todo conocimiento nuevo afecte las representaciones preexistentes, y que se edifiquen o configuren nuevas a partir de conocimientos anteriores*. Éstas, son estables ligadas a ciertos obstáculos epistemológicos y ello explica su resistencia (Espinoza y otros, 2009), puesto que son para el sujeto un modo de funcionamiento mental disponible y cómodo. La estrategia de enseñanza por la que optemos ha de permitir sacarlas a la luz para cuestionarlas, analizarlas y favorecer su reestructuración, sin esperar necesariamente un cambio conceptual. De ahí que, no siempre las expectativas se alcanzan de manera literal, sólo basta acercar a los estudiantes a una nueva manera de mirar su realidad.

En consecuencia, consideramos a la **indagación del pensamiento** como una estrategia de enseñanza válida que se relaciona, salvando las distancias, con la actividad científica. Es factible observar que esta serie de procedimientos van de la mano con el desarrollo de aquellos que se requieren para la producción de conocimientos en el ámbito escolar: preguntar, averiguar, buscar, volver a preguntar, bucear, diseñar. Por otra parte, adquieren sentido en dicho proceso las nociones básicas de la ciencia escolar que comprenden no sólo los saberes conceptuales sino también, los modos de hacer y de valorar.

En la secuencia de enseñanza que presentamos en este artículo: **las transformaciones del relieve en clase de Ciencias Naturales** es posible advertir cómo una situación de indagación vinculada con la observación de fotografías de ciertos paisajes argentinos, brinda la posibilidad de generar preguntas que intentan averiguar lo que los estudiantes piensan respecto a su origen. Las denominadas **preguntas investigables**, permiten la emergencia de sus representaciones mentales (Rivière, 2008), que luego son escudriñadas y dan lugar a nuevos supuestos e hipótesis. Asimismo, podemos captar el sentido que en la ciencia tiene la **observación**: un procedimiento en sí mismo significativo que si bien se inicia en referentes teóricos previos, es habitual que en el aula se enfatice su papel en la formación del conocimiento ligado a una visión inductivista. Se presenta habitualmente como el primer paso del método científico, concebido como una serie lineal de pasos concatenados, sin referentes previos tales como problemas o un marco teórico.

Del mismo modo, atiende a una práctica de enseñanza de las Ciencias Naturales situada y en construcción, en la cual interviene un profesor sensible, capaz de percibir lo que va sucediendo en el aula, atento a lo que expresan sus alumnos y que no desestima sus explicaciones alternativas acerca de los contenidos a enseñar. Un docente

creativo en las respuestas vinculadas a los procedimientos científicos: vuelve a preguntar, confronta, estimula el diseño, promueve la formulación de hipótesis, entre otros.

Este encuadre permite a su vez, pensar el aula como un espacio para la comunicación y la negociación de saberes (Litwin, 2004). En sus palabras: *compartir y negociar significados entre maestros y alumnos tiene un sentido complementario y asimétrico, y este último carácter se da cuando los/as docentes suspenden las construcciones que poseen en pos de la comprensión de los alumnos/as; no se produce esa negociación cuando un docente no acepta interpretaciones o reflexiones del alumno/a por considerarlas erróneas. Frente a la no negociación (...) según los contextos en que se expresen, pueden obturarse futuras construcciones... o pueden favorecer una mejor comprensión (Litwin, obra citada, p. 106)*. Las posibilidades de producir mayores encuentros para la negociación se asocian con el conocimiento de la disciplina que tiene el docente. Al respecto, dice Litwin (*obra citada*, p. 107) *cuanto más se sabe sobre un tema, mayores posibilidades de negociar*. Las situaciones de clase se constituyen así, en un lugar de encuentro entre el modo de comunicación de docentes y estudiantes, a través del contenido a enseñar. La enseñanza se instituye en un ámbito donde se produce una arquitectura de los conceptos básicos de las ciencias y de las herramientas metodológicas que propicia el análisis de la especificidad de las preguntas y de las fuentes de información que se consultan.

Esta práctica constructiva, favorece el encuentro entre diferentes universos. Por un lado: el docente con su conocimiento disciplinar, en tanto recortes sustantivos particulares y organizados desde criterios apropiados; los modos de conocer vinculados con la ciencia y su capacidad de desarrollar empatía y por el otro, el alumno en su situación y contexto, con sus representaciones de la realidad. Una actitud flexible, permite tejer puentes entre estos universos para producir un saber potencial que incluya la perspectiva del otro y dote de sentido a la tarea, más allá de la escuela. Tejer puentes, no es tarea sencilla; sin embargo, si consideramos el desafío como posibilidad de cambio y a los estudiantes como protagonistas, la enseñanza es una experiencia trascendente.

Actualmente, ésta se desarrolla en un escenario complejo. En el aula se ponen en juego por un lado, los diferentes códigos y representaciones en la comunicación que fracturan una transmisión lineal y, por el otro, los dispositivos del docente en un sentido de poder (Souto, 1999) (Recuadro N° 1). Hoy, las nuevas tecnologías para la comunicación (TICs) mediatizan la enseñanza y el aprendizaje generando desafíos en la situación

Souto (1999) define el concepto de dispositivo referido a la formación docente. Al respecto expresa: *Aquel que alude a disponer, a ejercer sobre algo o alguien una orden, la voluntad de otro, a ejercer en definitiva un poder, aquel que refiere al arreglo de medios para fines, al instrumento, a la combinatoria que crea un artificio en pos de fines y resultados; aquel que se vincula a actitud, a potencia, posibilidad y puede dar lugar a lo nuevo, a crear, a generar, cambiar y provocar acciones. Podríamos hablar de un sentido político de poder, de uno técnico y de otro pedagógico.*

Fuente: Souto, N. 1999. *Grupos y dispositivos de formación*. Buenos Aires: Novedades Educativas-Universidad de Buenos Aires. Citado en Edelstein, G. 2011. *Formar y Formarse en la enseñanza*, p. 7. Buenos Aires: Paidós. Cuestiones de Educación.

comunicativa tradicional en un contexto de amplia diversidad. El acceso casi ilimitado a nuevas fuentes de información -páginas *web*, *blogspots* y documentos- que ofrece la incorporación de las *netbooks* a la escuela pública, nos presenta nuevas reglas de juego y nos lleva a tomar decisiones que vayan de la mano. Un uso planeado hace posible que las producciones amplíen el horizonte, activen la creatividad para incorporar los medios y las capacidades que los jóvenes utilizan fuera de la escuela. En este sentido, desde la perspectiva de la enseñanza a través **de la indagación**, podemos abrir puertas y trazar caminos para poner en marcha la búsqueda de sentidos a través de una tarea que vincula los modos de conocer y hacer propios de la ciencia con los de la tecnología. La puesta en acción de las estrategias de indagación, tales como: formulación de preguntas investigables, enunciación de hipótesis orientadoras de la observación significativa, elaboración de diseños exploratorios y experimentales, la búsqueda bibliográfica y las tecnologías disponibles, así como el trabajo crítico y reflexivo, cooperativo y divergente concurren para favorecer esta interacción.

El valor educativo del **aprendizaje por indagación** es reconocido también, en el ámbito de producciones como National Science Education Standards (2000)¹. Este documento hace referencia a la indagación científica como *las diversas formas en las que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia que derivan de su trabajo*. También reseña (...) *a las actividades que llevan a cabo los estudiantes para desarrollar conocimiento y comprensión sobre las ideas científicas, y además, para entender la forma en que los científicos estudian el mundo natural*.

En otro orden, según Barrel (2007) es factible relacionar la enseñanza que propicia la indagación con el aprendizaje por investigación. El autor considera que *desarrollar preguntas sobre experiencias o hechos complejos, intrigantes, a veces misteriosos, parece ser un fenómeno natural. Cuando la gente encuentra hechos extraños o conceptos e ideas difíciles, es natural que se planteen preguntas como: ¿qué está pasando?, ¿por qué está sucediendo esto?, ¿qué significa esto?, ¿qué sucederá en el futuro?* (...) Acordamos con Barrell (*obra citada*, p.15), cuando dice que este tipo de experiencias pueden denominarse *transformativas*, puesto que cuando docentes y alumnos participan de una práctica cercana a la investigación *pueden diseñar oportunidades de aprendizaje sobre el proceso de investigación*.

Por estas razones, la secuencia que compartimos se inicia acercando a los alumnos a un ambiente natural, habitado por **formaciones geológicas que pueden resultarle extrañas, llamativas**. Éstas, ponen en escena el punto de partida para enfrentar la incertidumbre o acercarlos a la situación de modo que favorezca la construcción de diferentes preguntas. La posibilidad que éstas prometen y, en su emergencia, las representaciones mentales de los estudiantes y sus inquietudes; así como, la intencionalidad docente de negociar, trazan puentes cognitivos que facilitan un acercamiento a la ciencia como indagación. En síntesis, indagar se relaciona con un actuar activo al plantearse preguntas, diseñar; en definitiva, poner en juego los procedimientos vinculados a la investigación escolar. Estos son contributivos para la resolución de problemas, cuestionan y reformulan las *representaciones mentales* (Rivière, 2008) no sólo de los escolares sino también de los docentes.

Las transformaciones del relieve a partir de observaciones de fotografías de paisajes argentinos. Una propuesta

En este recorrido titulado **«Transformaciones del relieve»**, compartimos el trabajo que llevé a cabo con un grupo de 1° año de E.S.B. (12 años) de una escuela privada del conurbano bonaerense, desde una mirada de ciencia coordinada, atendiendo al grado de relación de las disciplinas (Ferrero de Roqué, 2004, 2005). Pensarla desde la coordinación de disciplinas permitió articular las Ciencias Naturales y Sociales y proponer el desarrollo de la indagación en el estudio de ciertos ambientes a través de las transformaciones del sustrato geológico.

En la presentación utilizamos una analogía: *a medida que se ahonda en el conocimiento de un hecho u objeto cultural vamos retirando las «capas del bulbo de una cebolla»* (Soria, 2005). El propósito es considerar que el análisis de la práctica atraviesa distintos niveles de

conocimiento, de producción y de decisión. Partimos de la premisa de que es posible profundizar en él, en la medida en que los profesores y alumnos *nos animemos a retirar las catáfilas para llegar al brote* (Soria, obra citada), tarea de carácter inacabado. Por otra parte, permite evaluar el desarrollo de capacidades en los estudiantes que se relacionan con la ciencia y que se ponen en juego en la enseñanza.

Retirando la primera catáfila... Decisiones respecto del contenido a trabajar: ¿Cuáles son los criterios a aplicar? ¿Qué ideas básicas pueden formularse?

Cuando los profesores decidimos seleccionar un tema desde el diseño curricular, el programa disciplinar (con acuerdo institucional) o bien a partir los libros de texto, ponemos en juego ciertos **criterios de selección** y de **organización de contenidos**. Atender a ellos propende al equilibrio en la relación de los aspectos que ese contenido comprende: la disciplina, el sujeto y el contexto. En cuanto a la organización de los contenidos, atendemos a los conceptos estructurantes vinculados a la disciplina. Éstos, *forman el armazón sobre el cual se construyen todos los demás*, permiten definir su posible secuencia y facilitan la interrelación de disciplinas (Sanmartí y otros, 1993).

Acordamos con Jorge Manuel Pérez (s/f) en las tres perspectivas que han de ser considerados a la hora de la **selección de un contenido**. Para cada una de ellos, el autor explicita y explica los criterios a considerar (Recuadro 2).

Atento a los criterios expuestos en el Recuadro N° 2, en la selección del contenido **transformaciones del relieve** para primer año de secundario, consideramos la pertinencia, la funcionalidad y la relevancia sociocultural. Referido a la pertinencia, advertimos que numerosos contenidos, vinculados con Ciencias Sociales (Geografía, por ejemplo) se proponen como parte del currículo de las Ciencias Naturales. Si pensamos que el enfoque actual de la geografía está relacionado con una perspectiva humana de la idea de ambiente y pone en segundo plano **los aspectos físicos del mismo**, como una dimensión entre otras, es coherente una mirada más amplia que involucre a otras disciplinas. En las Ciencias Naturales, el abordaje del ambiente posibilita trabajar *ecosistemas* por ejemplo, focalizando las transformaciones e interacciones en relación con variables climáticas, geológicas, biológicas, sin descartar el interés cultural. A nuestro criterio, el tema amerita un enfoque superador del ecológico, avanzando hacia un enfoque ambiental, a partir del cual los factores se entrelazan haciendo de su sustrato, en su origen natural un producto también de la cultura; un sistema modificado por el hombre. Por consiguiente, el trabajo centrado en la indagación permite poner en duda la naturalización de ciertos ambientes para situar en escena la influencia humana en ellos.

A la **funcionalidad** la observamos porque el contenido seleccionado tuvo relación con lo que sucede en la naturaleza para interpretar el funcionamiento del sistema en estudio, favoreció *la comprensión de otros*

Tal como explicitamos, Pérez (s/f) señala en su artículo respecto a la **selección de contenidos**, que se han de considerar tres perspectivas: la del campo disciplinar y su relevancia, la del sujeto y la del contexto.

Respecto a la primera, considera que un contenido escolar es **relevante** cuando responde a los enfoques actuales del campo de conocimiento, a su perspectiva histórica, tiene un *alto poder explicativo* y atiende a *la concepción actual de la ciencia como el producto de un proceso de construcción social, que comprende aspectos ideológicos, actitudinales y valorativos*.

Vinculado a la perspectiva del **sujeto**, el autor destaca la **funcionalidad** y la **significatividad**. A su criterio, la funcionalidad *tiene aplicabilidad en situaciones actuales o futuras que puedan presentarse a los estudiantes, favorece la comprensión de otros contenidos y da respuestas a problemas planteados por situaciones concretas o bien por las mismas construcciones científicas*. Por otra parte, resulta significativo *cuando se relaciona de forma sustantiva con lo que los alumnos ya saben, permite desarrollar un proceso de construcción del conocimiento y su presentación motiva a los alumnos a resolver algún problema concreto o satisfacer alguna curiosidad*.

Respecto al **contexto**, Pérez (obra citada, p.3) considera: la **pertinencia** y la **relevancia socio cultural**. Un contenido es pertinente señala, cuando *responde a los objetivos que se plantea cada institución acorde a su modalidad de estudios, a las características de la población, el perfil del egresado, etc. y se enmarca en líneas generales a la propuesta por los organismos centrales*. En otro sentido, tiene relevancia socio-cultural cuando su construcción *es necesaria para que el alumno pueda transformarse en un miembro activo de la sociedad y agente de creación cultural, posibilita la comprensión de los problemas críticos de cada comunidad y promueve la mejora de la calidad de vida humana*.

Fuente: Pérez, J.M. (s/f). *Criterios para seleccionar los contenidos*. (Consultado: 20 de diciembre de 2011). Disponible en: www.korion.com.ar/archivos/seleccion_contenidos_korion.pdf

contenidos y dio respuestas a los problemas planteados (Pérez, obra citada, p. 2).

Mientras que, la **significatividad** atendió a las ideas de los alumnos acerca de las transformaciones del espacio, en general, y del relieve como parte de él. En este sentido la importancia que adquirió la indagación es destacable; facilitó bucear en sus construcciones previas, en sus creencias de carácter antropocéntrico, animista y funcionalista y favoreció el cuestionamiento intencional en la enseñanza.

Por otra parte, interpretar el ambiente desde la **relevancia socio-cultural** permitió la emergencia de problemáticas vinculadas con el uso de los recursos, su agotamiento y perdurabilidad. Asimismo, percibir el cambio en los sistemas ambientales, facilitó captar cómo una situación afecta a otras y es fruto de interminables preocupaciones sociales.

A la hora de la **organización de los contenidos**, lo hicimos en torno a los conceptos estructurantes del Área Ciencias Naturales. Atento a ello, optamos por considerar a los conceptos de cambio (permanencia y transformación) e interacción. La idea de cambio involucró la modificación del relieve (los procesos de orogénesis), cómo se transforma, cómo y por qué su forma cambia, los procesos que los desencadenan (meteorización, erosión, transporte y sedimentación) y cómo incide su *estructura de base* en los **cambios físicos y químicos**.

Por esta razón, desarrollamos una primera aproximación a la transformación de la forma y la conservación de la estructura, en la cual propiciamos la conceptualización de cómo se afectan las rocas de la corteza terrestre a través de estos cambios, contribuyendo a la construcción de ideas relacionadas con la conservación de la materia en los procesos complejos ambientales. Esto es relevante, dado que con frecuencia los estudiantes sostienen *que en las transformaciones, la materia cambia y se pierde*.

Con posterioridad, atendiendo a los criterios de selección de contenidos y a los conceptos estructurantes propuestos, elaboramos una serie de **ideas básicas** orientadoras acerca del ¿qué enseñar? Es decir ¿qué esperamos que los estudiantes construyan sobre las transformaciones del relieve?, a saber:

-La superficie de la Tierra cambia a través del tiempo. En este proceso intervienen factores naturales y culturales.

-Concurren en su desarrollo; factores climáticos, hidrológicos, biológicos que modifican la estructura del sistema de manera azarosa.

-Los cambios implican transformaciones físicas y químicas en la estructura geológica de la Tierra. La materia se conserva y no se pierde pero puede cambiar su constitución.

-Muchas alteraciones del relieve son intencionales y aprovechadas por el hombre en una variedad de actividades.



Figura 1. «Cancha de bochas» Esta geoforma compone el paisaje de un sector del Parque Nacional Ischigualasto o Valle de la Luna, en el extremo norte de la Provincia de San Juan. Es un estrato de arenisca caracterizado por concreciones redondas. La formación de concretos usualmente se basa en un núcleo alrededor del cual se va agregando mineral en forma concéntrica. Aquí son diferentes y mantienen su estratificación horizontal original, siendo granos de arena cementados en forma circular. Foto: Eduardo Marcelo Soria

Retirando la segunda catáfila. El trabajo estratégico de indagación durante la enseñanza

De la exploración a la pregunta: primera etapa

Partimos de la narración de una situación inicial relacionada con la necesidad del docente de un descanso invernal y conocer el país. Escenario que, por lo general, concita la atención de los estudiantes y suscita interesantes preguntas y comentarios. Luego, proyectamos una serie de fotografías tomadas en su viaje imaginario por las provincias de La Rioja y San Juan, específicamente de la zona del Parque Nacional Talampaya y el Parque Provincial Ischigualasto (Recuadro N°3).

La presentación de «formaciones extrañas en algunas regiones argentinas» a través de imágenes, así como las del Valle de la Luna o Parque Provincial Ischigualasto en San Juan (Figura 1 y 2) y del Parque Nacional Talampaya en La Rioja (Figura 3), favoreció el asombro, el planteamiento de preguntas y de algunas frases hipotéticas. Estas instantáneas, despertaron el interés e invitaron al profesor a generar algunos interrogantes, por ejemplo: ¿cómo creen que surgieron estas formas? Los chicos propusieron ideas interesantes que, al analizarlas denotaron tanto el pensamiento mágico, como el espontaneísta y el antropocéntrico. Es habitual que ellos piensen desde referentes intencionados la interacción de los factores incidentes y causales, los cuales inquietan a muchos alumnos

y son fuente de explicaciones alternativas diferentes, tales como: «*las creó Dios*», «*las hizo un escultor*», «*el viento*», «*ocurren terremotos que cambian la Tierra*», «*se acumuló material del interior de la Tierra como la lava*». En general, las explicaciones no fueron claras y carecían de argumentos en este sentido, coincidentes con los aportes de algunas investigaciones sobre este tema (Granda Vera, 1988; Beviá, 1994).

Ahondar en las interpretaciones sobre la dinámica de la Tierra, no se agota en la presentación de fotografías o imágenes, objeto de este artículo. Es interesante considerar y tener a mano otros recursos que, igualmente, resultan «motor» de indagaciones. Para ilustrar, sugerimos algunas alternativas:

El uso de **artículos periodísticos con títulos llamativos** como un punto de encuentro entre las representaciones y su emergencia. Incluso numerosos artículos tienen paratextos -imágenes con sus epígrafes, cuadros, gráficos- que pueden ser excelentes disparadores de una indagación. Artículos, como «Lo que el viento se llevó» y «La desertificación de la Patagonia» (1992) cumplen esta función y activan hipótesis previas a la lectura.

La presentación de **videos** (disponibles en la web) **con situaciones relacionadas con los procesos de dinámica terrestre** vinculados a la actividad volcánica permiten particularmente a los alumnos, formular diferentes tipos de preguntas relacionadas con las causas y las posibles consecuencias para el entorno, la población, la biota, la salud como ejes del



Figura 2. «El hongo» Geoforma ubicada dentro de la Formación Ischigualasto. Presenta esta llamativa forma como resultado de la erosión diferencial del agua entre su base, formada por arcillas fácilmente disgregables y su techo de areniscas mucho más resistente. Foto: Pablo Bruno D'Amico (todos los derechos reservados).

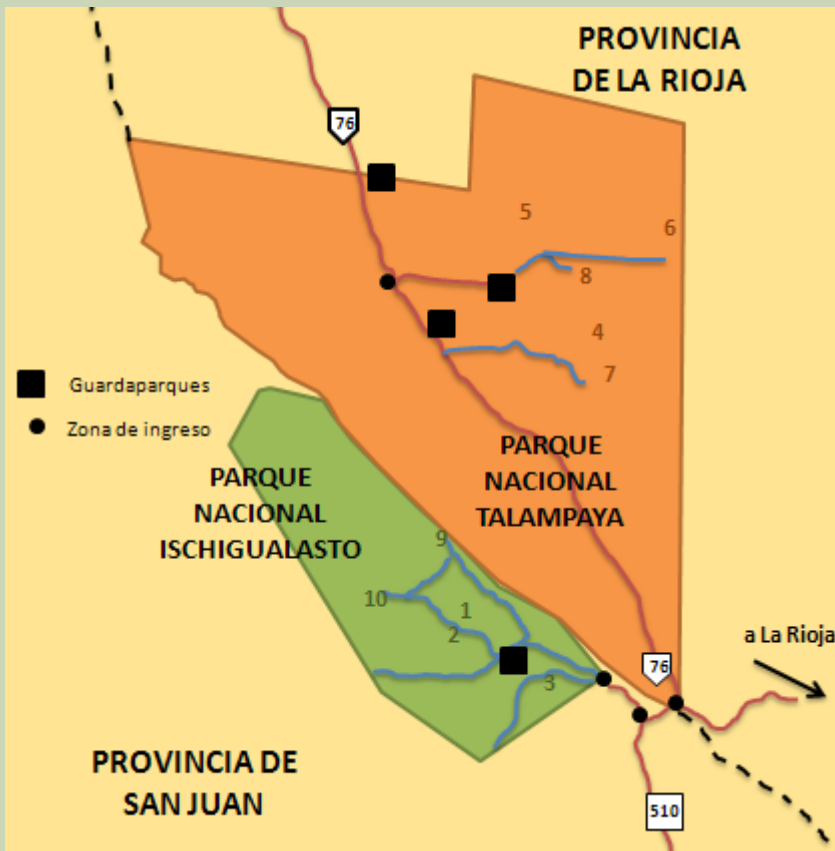
Patrimonios de la Humanidad en Argentina: Parque Nacional Talampaya y Parque Provincial Ischigualasto

El área compuesta por el Parque Nacional Talampaya en la provincia de La Rioja y el Parque Provincial Ischigualasto, más conocido como «Valle de la Luna» en la provincia de San Juan, fue declarada en el año 2000 Patrimonio Natural de la Humanidad por la UNESCO. Ambos comparten la cuenca geográfica Triásica. Esta cuenca es considerada por científicos de todo el mundo como uno de los patrimonios geológicos, arqueológicos y paleontológicos más importantes de la Argentina y del mundo. Por otra parte se constituyen en los dos centros culturales e históricos de mayor atracción turística de la región.

El Parque Nacional Talampaya fue creado por la Ley N° 24.846 el 10 de junio de 1997, para conservar la diversidad natural y cultural del área, así como proteger importantes yacimientos arqueológicos y paleontológicos de la zona. Está situado en el extremo SE de la provincia de La Rioja en un área de 215 000 ha. Fitogeográficamente se encuadra en la provincia del Monte. Ofrece un paisaje de gran belleza y su flora y fauna son características del bioma del monte.

El parque, resultado de movimientos tectónicos, está compuesto por una aglomeración de rocas rojo-parduzco cuyos estratos están principalmente formados por arenisca, a las que durante milenios la erosión del agua y el viento en un clima desértico, le han otorgado su singularidad: una diversidad de geoformas que documentan la evolución del planeta por más de cuarenta y cinco millones de años.

En tanto, el Parque Provincial Ischigualasto está situado a unos 300 kilómetros de la capital sanjuanina. Comprende la provincia fitogeográfica del Monte, un pequeño distrito del Chaco Serrano con pastizal de altura y el Cardonal escasamente representado con algunos elementos (Márquez, 1999). Brinda un extraño paisaje, donde la escasez de vegetación, la más variada gama de colores de sus suelos y el capricho en las formas de los montes, lo hacen un lugar único «el lugar misterioso de los gauchos» con una doble atracción a nivel internacional: la científica y la turística.



Esta extraña formación arcillosa, con gran pluralidad de matices, formas y desniveles con multifranjas de minerales y sedimentos que el agua y el viento han labrado durante millones de años lo hace prestigioso a nivel científico, como uno de los yacimientos geológicos-paleontológicos más significativos del mundo. *Es el único lugar en el mundo que posee la secuencia completa de sedimentos continentales del periodo Triásico, con abundantes registros fósiles el cual revela la evolución de la vida los vertebrados y la naturaleza de los paleoambientes* (Márquez, 1999). La diversidad de fósiles registrados incluye unos 56 géneros de vertebrados y al menos 100 especies de plantas (Sill, 2000).

Referencias números del mapa: 1) Valle de la Luna, 2) Circuito vehicular, 3) Estación biológica, 4) Cañón Talampaya, 5) Quebrada Don Eduardo, 6) Los Cajones, 7) Ciudad perdida, 8) El monje, 9) Caminata Barrancas coloradas, 10) Caminata Casa Wilson.

Fuente: Parque Provincial Ischigualasto: Modificado a partir de <http://es.wikipedia.org/wiki/Ischigualasto> / Parque Nacional Talampaya: Modificado a partir de http://es.wikipedia.org/wiki/Parque_nacional_Talampaya



Figura 3. Cañón de Talampaya «La Torre» Esta geoforma está ubicada en el Parque Nacional Talampaya, centro oeste de la Provincia de La Rioja. Es producto de la actividad tectónica de millones de años, modeladas por la erosión del agua y el viento en un clima desértico, que ha creado este fabuloso escenario natural. Foto: Eduardo Marcelo Soria.

trabajo grupal. Para ilustrar proponemos, entre otros, el referido a la erupción del Volcán Hudson en Santa Cruz; a modo de ejemplo, el buscador «*you tube*» puede resultar una alternativa a considerar.

La búsqueda «**libre**» al estilo de un **sondeo de material** –digitalizado o en papel- admite que ellos presenten no sólo material sobre el tema sino que pongan en juego criterios de selección. En este caso, el docente puede iniciar la cuestión y bucear sus ideas acerca de la lectura realizada o lo que han escuchado al respecto. De este modo, se establece un acuerdo con los estudiantes para que busquen y discutan los criterios que permiten ordenar el material antes de ser presentado. En este sentido, también es útil construir un portafolio con este material.

De igual forma, las **diapositivas** (en formato Power Point) resultan un recurso disponible que aceptan complementar una indagación previa a partir de imágenes sugerentes. Proponemos que los chicos puedan valorar una búsqueda y realizar una selección de este tipo de materiales; o bien elaborar los mismos a partir de material bibliográfico.

De las primeras hipótesis al desarrollo de diseños y de pruebas: segunda etapa

La posibilidad de elaborar distintos diseños **para representar un fenómeno** es un trabajo que vincula la actividad didáctica con la científica. A través de estos, construyeron con materiales sencillos sus propios modelos para poner a prueba sus ideas. Para lo cual, formulamos algunas situaciones factibles de generar respuestas divergentes, tales como:

El suelo está formado por distintos materiales, los cuales discutimos, y que provienen de las rocas que forman parte de la corteza terrestre: las rocas de base sobre el que se asienta. Las montañas y otras elevaciones participan con el aporte de materiales: ¿qué factores consideran ustedes que intervienen?, ¿cómo intervienen?

Si bien, los primeros proyectos reflejaron representaciones de la dinámica terrestre (desgaste y erosión) de corte espontaneísta, a la hora de producir un diseño experimental éstas incluyeron factores del ambiente (plausibles y mensurables). A partir de esta valiosa estrategia el profesor expresó a sus alumnos:

Ya que ustedes anticiparon que entre los factores que influyen en la formación de esas formas de relieve, están comprendidos factores sobrenaturales, humanos y del clima, por ejemplo... ¿Cómo pueden probar que su influencia genere formas como las observadas?» Entonces, a continuación, diseñen en su carpeta situaciones observables para comprobar que lo que piensan es adecuado: ¿cómo podrían hacerlo?, ¿con qué materiales?, ¿dónde los conseguirían? Desarrollen en equipo las propuestas, escriban y dibújenlas.

Con posterioridad, ante el interrogante: ¿Cómo se modificó o meteorizó el ambiente?, los alumnos diseñaron, pusieron a prueba, expresaron sus resultados y conclusiones respecto a los distintos factores que a su criterio influían en los cambios (Cuadro N° 1). Rescatamos como meritorio de este trabajo, la posibilidad que brindó de confrontar los diseños propios e incluso modificarlos en función de la evolución de sus representaciones. La resolución de problemas condujo no solo a una tarea de planeamiento sino también, a la búsqueda bibliográfica en fuentes digitales y en papel, y a consultar a sus profesores de Ciencias Sociales.

En esta instancia, sentados en círculo, valoraron la experiencia: los puntos de partida, el desarrollo y los resultados. Ésta, fue una tarea que permitió considerar lo ocurrido para tomar decisiones; acordamos evaluar el trabajo realizado en forma conjunta y la necesidad de continuar atendiendo a aquellas cuestiones que el grupo consideró relevantes. Al evocar la secuencia, los chicos destacaron: *fuiamos tenidos en cuenta al poder proponer nuestras ideas y diseños, trabajamos desde nuestro compromiso y no mecánicamente, este tipo de clases son las que valen la pena, tenemos que pensar, el profesor estaba atento a nuestras dudas, nos orientó y valoró nuestro trabajo, debimos planificar, ser ordenados y registrar.*

Cuadro 1. Registro realizado por cada uno de los equipos que participaron de la experiencia de indagación en relación con los diseños elaborados para poner en juego los factores que a su criterio, influyen en el cambio.

Equipos	Sostenían previo a la experiencia	Para ello propusieron	Con posterioridad diseñaron	Señalaron los siguientes resultados	Conclusiones a las que arribaron los chicos
ANEMOS	El aire es el responsable de que gran cantidad de los suelos se modifiquen.	Utilizar cuatro bandejas de teigopor con distintos materiales (arena, tierra y piedras). Simular el viento con un ventilador o un secador de cabello. Usar un listón de madera (3 x 3 cm), una cuchara y un lienzo de algodón.	Colocar cuatro bandejas: con arena, tierra, piedras y una cuarta con una mezcla de los materiales. Estas representan distintos tipos de suelos. Inclinar las bandejas, para lo cual el extremo superior se apoya sobre un listón para representar los suelos con pendiente. Colocar el lienzo de algodón extendido en el extremo que queda apoyado en la mesa. Aplicar un secador de pelo con distintas intensidades, lo cual representa el impacto del viento.	Las partículas de los suelos se desprenden, se transportan y acumulan y quedan formas labradas en la tierra. En un comienzo esas formas son indelebles luego se tornan meándricas. La arena es la que mayor materiales desprende y dispersa, luego sigue la tierra y las piedras se mueven poco, casi nada.	El aire influye en la modificación del suelo, barre una gran cantidad de partículas. Las más pequeñas son arrastradas más lejos que otras más grandes o de mayor volumen. La superficie cambia por las marcas que ese factor provoca. Tal vez, no sea el único pero es importante.
HÍDRICOS	El agua es un factor potente que arrastra con fuerza los materiales y deja rastros en el suelo.	Utilizar cuatro fuentes planas, cuatro listones de madera y cuatro regaderas o rociadores. Tierra negra suelta, arena, pedregullo y agua. Recipientes plásticos profundos, cuatro baldes plásticos y un mantel del mismo material.	Cubrir la mesa de trabajo con un mantel de plástico. Colocar las fuentes planas inclinadas con tierra suelta negra, arena, pedregullo y agua; y una cuarta con una mezcla de todos los materiales. Apoyar cada una de ellas en un listón de madera colocado debajo del extremo superior y atender a que el borde inferior se aproxime al borde de la mesa. Colocar cuatro baldes con agua y regar al mismo tiempo cada una de las fuentes, lo cual representa el impacto de la lluvia sobre el suelo.	Las partículas se desprendieron con diferente intensidad; pero todas las muestras perdieron materia. La muestra que perdió en mayor grado fue la tierra suelta, seguida por la arena y unas pocas piedras. Aquella que tenía la mezcla de materiales perdió poca agua, casi nada.	El agua es un factor que modifica al suelo. Muchas partículas son arrastradas por ella pero no todas. En general, los restos de vegetales y las partículas de color negro son las que más fueron arrastradas.
QUÍMICOS	Existen productos químicos (soluciones) que degradan las rocas del suelo.	Utilizar cuatro frascos de plástico con tapa. Vinagre o limón, una solución concentrada de sal y agua. Cuatro rocas y cuatro valvas de almeja.	Llenar dos frascos hasta la mitad con vinagre, otro con sal muera y un cuarto con agua (testigo). Éstos representan distintas soluciones incorporadas al suelo y el agua como testigo. Introducir en cada uno de ellos una roca y una valva de las mismas características.	Las rocas y las valvas colocadas en los frascos con vinagre y sal muera presentaron huellas blancas, luego de una semana y desprendieron partículas. Las colocadas en agua no presentaron modificaciones.	Las sustancias ácidas modifican, erosionan la superficie de ciertos materiales: algunas rocas y las valvas de los moluscos. No es el único factor pero modifica.
TÉRMICOS	Los cambios de temperatura producen alteraciones en el suelo.	Utilizar cuatro frascos de plástico con tapa, cuatro rocas, agua y el congelador de la heladera.	Colocar tres rocas en distintos frascos y sumergir en agua durante una semana. En un cuarto, solo la roca sin sumergir en agua (testigo). Éstos representan el embebido de las rocas en el agua del suelo. Introducir cada uno de ellos en el congelador de la heladera durante el día y retirar durante la noche. Dejar fuera de la heladera y volver a introducirlos en horas de la mañana. Repetir durante una semana.	Las rocas sumergidas en agua luego de una semana se fracturaron y se desprendieron partículas. La roca testigo (sin sumergir en agua) presenta leves raja duras.	Los cambios de temperatura provocan cambios en las rocas del suelo. Esa transformación podría efectuarse durante el día y la noche.

En tanto el profesor, precisó **el lugar de las preguntas**; sobre todo de aquellas que surgieron dentro de los mismos equipos y se vincularon con las búsquedas de diseño, de información y de ayuda. También destacó el papel de **la experiencia** como un motor del aprendizaje. Al respecto, uno de los grupos expresó:

Pudimos ver cómo los factores del ambiente actuaron sobre el suelo, podríamos decir «desnudo», sin cubierta vegetal. Nosotros nos preguntamos: ¿sucederá lo mismo si el suelo presenta una cubierta de pasto o tiene hojarasca?

En síntesis, a la indagación la desarrollamos en una escena habilitada para poder plantearla. Se observaron resultados sustancialmente diferentes a las explicaciones iniciales de los alumnos, se reformularon las relacionadas a las causas -teocéntricas, humanas, azarosas- ligadas al origen de las transformaciones del relieve. Éstas, pudieron ser cuestionadas al entrar en juego los factores climáticos, geológicos e incluso los biológicos que, a través de su acción lenta y continua; y su origen natural, moldean la corteza terrestre. Las nuevas expresiones nutrieron a las respuestas «de causalidad» donde antes la espontaneidad ofició de salvavidas.

En palabras del profesor: *...los alumnos planearon cooperativamente su trabajo y en esos momentos, la **diversidad recorrió los grupos**, eligieron materiales variados y fáciles de conseguir para representar un mismo fenómeno. Producto de ella fueron: la pronta organización, la intensa participación alcanzada, la discrepancia, la diversidad de modelos y las formas de organización grupal.*

Mostraron diseños de autoría propia, trajeron los materiales y los pusieron en relación, para probar sus propuestas. Lo interesante fue que en muchos casos no obtuvieron los resultados previstos y en tanto, aparecieron los **obstáculos** y se abrió el espacio para reflexionar sobre qué había ocurrido. Puede destacarse que no surgieron explicaciones que se sostenían con firmeza en un comienzo, vinculados con Dios y con el hombre... Es de recalcar que si bien no presentaron una correspondencia isomórfica entre la teoría y la realidad, aún así pudieron expresarlo con las limitaciones propias de la edad y del proceso.

Un factor que generalmente omiten los alumnos y que la inmediatez de las propuestas barre es el tiempo en la evolución del relieve (en general la noción de tiempo cronológico no se trabaja como un proceso, sino a los resultados de las formaciones se las concibe en relación a la variable cronológica). Este obstáculo es difícil de salvar en la experiencia, ya que no resulta de ella.

Retirando la tercera catáfila: la búsqueda bibliográfica como motor en el marco de la indagación

La búsqueda de información bibliográfica en la biblioteca o en la web que surge de las preguntas o las hipótesis, la realizamos desde criterios apropiados donde la inquietud tuvo una relevancia ligada a la resolución de los diseños, en contraposición a los casos en que el uso de la bibliografía se asume como un punto de encuentro entre los contenidos y la necesidad de garantizarlos.

Otro de los momentos que consideramos convergente, fue la discusión de un grupo relativa a la influencia del viento y del agua sobre las huellas dejadas sobre las rocas. Los términos erosión y desgaste aparecieron en el vocabulario usado de diferentes maneras: como sinónimos o como procesos distintos pero complementarios.

Recurrimos a los libros, en este caso, al invocar su uso una alumna expresó: *Profe, sabés que yo siempre saco información de libros viejos que tengo en casa, de los manuales que usó mi papá en 7mo. ¡Me sirven mucho más que el que compré este año! (hacia referencia a un colorido libro de Biología para 1er. Año).* Este comentario aparentemente «tan descolgado» que una niña expresó en un clima de confianza permitió reflexionar sobre algunos aspectos fundamentales de la práctica pedagógica. En primer lugar, la conveniencia de usar una amplia variedad de textos, aún aquellos que ocupan los estantes de la biblioteca del alumno y que son vistos como «viejos». En segundo lugar, la necesidad de mirar críticamente el enfoque de los textos, analizar su contenido y la posibilidad de ser comprendidos por los alumnos, entre otros aspectos.

En el desarrollo de esta secuencia, las preguntas que los alumnos efectuaron son instrumentos muy potentes para la indagación de las diferentes fuentes. Una selección a priori de manuales puede no ser acorde con una enseñanza centrada en problemas de interés para el grupo, **es la pregunta pertinente-cercana al problema- la que moviliza a los recursos y no al revés.**

Así, llegamos al brote

En todo brote renace la esperanza y en él asoma la continuidad, nuevos caminos pueden pensarse como posibles. Si atendemos a lo estrictamente biológico, el brote es una estructura vegetal que conserva en su seno células totipotentes que pueden diferenciarse y conservar la capacidad de reproducirse. Si esta idea la extrapolamos a lo educativo, la escuela será un lugar donde coexistan diversas modalidades de enseñanza y de su mano,

distintas prácticas institucionales que las representen. La que aquí proponemos, construida en el desafío por resolver pequeños problemas de interés, puso en acción herramientas propias de **la indagación** y favoreció el desarrollo del pensamiento. Las preguntas como motor de búsqueda y el diseño, son muy importantes ligadas a una perspectiva de ciencia como construcción.

Parafraseando a Bachelard (*obra citada, p. 16*) para un espíritu científico todo conocimiento es una respuesta a una pregunta. Si no hubo pregunta, no puede haber conocimiento científico. Salvando las distancias, toda secuencia se realimenta en preguntas. He aquí el brote que abre caminos, ellos crecen y permiten ensayar nuevas respuestas. Es probable que, en ocasiones, quedemos en el camino; aún así vale la pena intentarlo. Los profesores podemos comprender cuán importante es la tarea del enseñante, al seleccionar situaciones que permitan desandar los ensayos y dejen al descubierto los brotes que generan un trabajo con sentido.

Reflexiones finales: Ahora esperamos que ocurra el crecimiento

Los fragmentos de la secuencia que compartimos no pretenden ser un modelo a aplicar, por el contrario, esperamos que se

constituyan en un aporte que dispare la reflexión entre los docentes de ciencias acerca de su enseñanza, del lugar que tiene el alumno en la construcción del conocimiento y de la flexibilidad en la aplicación que la indagación propicia.

El uso de variadas alternativas que proporciona la indagación, junto con el trabajo de producción colectiva que facilita que emerjan las representaciones de los educandos y su pensamiento divergente, son algunas de las características del quehacer científico, por lo cual consideramos pertinente que la tarea del profesor se construya en torno de ellas.

Cuando somos partícipes de una tarea generadora, las situaciones de enseñanza y de aprendizaje dejan de ser transparentes. Estos actos velan las transparencias en las situaciones que se producen en el aula y permiten que se vislumbren nuevas problemáticas motoras para la construcción de los conocimientos. Son otros ensayos, fértiles alternativas, diversos caminos posibles para el encuentro de una sinfonía de voces: las de los docentes y alumnos.

Al renovar la mirada en la tarea de enseñanza nutrida de una perspectiva crítica y de una atenta escucha, incidirá en mejores crecimientos de aquellos brotes que eventualmente se desarrollen. Sin lugar a dudas, la autocrítica enriquecerá nuestra práctica.

Bibliografía

Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos (2000). *La indagación en los estándares de ciencias*. Cap. 2, pp. 23. En: *La indagación y los Estándares Nacionales para la Enseñanza de Ciencias. Una Guía para la Enseñanza y el Aprendizaje*. Estados Unidos: Traducción al español por Eduteka. Disponible en: http://books.nap.edu/html/inquiry_addendum/

Bachelard, G. 1975. *La formación del Espíritu Científico*. 4ta ed. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.

Barell, J. 2007. *El aprendizaje basado en problemas. Un enfoque investigativo*. Buenos Aires: Manantial.

Chevallard, Y. 2000. *La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires. Argentina: Editorial Aique.

Espinoza, A, y otros. 2009. *Enseñar a leer textos de ciencias*. Buenos Aires; Ed. Paidós.

Ferrero de Roqué, M. T. 2004. *Las ideas acerca de la implementación del área de ciencias naturales. Un estudio en profesores de física, química y biología del tercer ciclo de la Educación General Básica*. Tesis de Magister. *Revista de Educación en Biología*. Vol. 7, N° 1, pp. 48-52.

Ferrero de Roqué, M. T. 2005: *Los contenidos curriculares y su grado de relación en el Área de Ciencias Naturales*. Memorias de las VI Jornadas

Nacionales y I Congreso Internacional de la Enseñanza de la Biología. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, pp. 93-94. Argentina: Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de la Argentina. ISBN N° 987-21701-3-4.

Granda Vera, A. 1988. Esquemas conceptuales previos de los alumnos en Geología. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 6, N° 3, pp. 239-243.

Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Dirección General de Planeamiento-Educación. Dirección General de Currículum. 1996. Ciencias Naturales. Documento de trabajo N° 2, Primer Ciclo: Actualización Curricular. Buenos Aires.

Lillo Beviá, J. 1994. Análisis de errores conceptuales en Geología a partir de las expresiones gráficas de los estudiantes. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 12, N° 1, pp. 39-44. Disponible en: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v12n1p39.pdf>

Litwin, E. 2004. *El campo de la didáctica: la búsqueda de una nueva agenda*. pp. 106-107. En Camillioni A. W. de D. y otras (Comps). (2004) *Corrientes didácticas contemporáneas. Cuestiones de educación*. Buenos Aires: Paidós.

Márquez, J. 1999. Las áreas protegidas de la provincia de San Juan. *Multequina*. N° 008, pp. 1-10. Mendoza, Argentina: Instituto Argentino de

investigación de las zonas áridas. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/428/42800801.pdf>

Sanmartí Puig, N. y otros. 1993. *Propuesta B*. En AAVV, 1993. *Propuestas de Secuencia Ciencias de la Naturaleza*. Madrid: Centro de publicaciones del MEC (Ministerio de Educación y Ciencia) y Editorial Escuela Española, pp. 74-75.

Souto, N. 1999. *Grupos y dispositivos de formación*. Buenos Aires: Novedades Educativas-Universidad de Buenos Aires. Citado en Edelstein, G. 2011. *Formar y Formarse en la enseñanza*, p. 7. Buenos Aires: Paidós. Cuestiones de Educación.

Pérez, J. M. (s/f). *Criterios para seleccionar los contenidos*. (Consultado: 20 de diciembre de 2011). Disponible en: www.korion.com.ar/archivos/seleccion_contenidos_korion.pdf

Sill, W. 2000. *Información básica del Parque Natural Ischigualasto*. San Juan. Argentina: Informe inédito. Citado en Márquez, J. 1999. Las áreas protegidas de la provincia de San Juan. *Multequina*. N° 008, pp. 1-10. Mendoza, Argentina: Instituto Argentino de

investigación de las zonas áridas. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/428/42800801.pdf>

Soria, E. M. 2005. *Análisis de una secuencia de enseñanza sobre el cambio y la transformación*. Cátedras Enseñanza de las Ciencias Naturales II. Escuela Normal Superior N° 4 y N° 8: Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Metodología de la Investigación. Instituto Padre Elízalde-Ciudadela: Buenos Aires. Mimeo.

Torres, M. 1992. *Desertificación patagónica. Tierra arrasada. Verde*. Suplemento Página 12. Año 2, N° 128, pp. 2-3, 27 de setiembre de 1992. Buenos Aires.

Alerta rojo por la erupción del volcán Hudson. (Consultado 20 de diciembre de 2011). Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=FWZhRNBDduw>

Volcán Hudson. 20 años después: El documental. (Consultado 20 de diciembre de 2011). Disponible en: http://www.youtube.com/watch?v=iVJ7i0h9W_A

SECCIÓN RELATANDO EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS

Si usted es docente y/o investigador y desea difundir su trabajo en esta sección, contáctese con María Teresa Ferrero, responsable de la misma. (mtferreroroque@uolsinectis.com.ar)