

Biogeografía de islas en fragmentos de pajonal del Paisaje Ariel.

Análisis de la enseñanza del concepto de biodiversidad en la Educación Secundaria Básica.

Bruno Daniel Lara¹

Planteamiento del problema

La teoría de biogeografía de islas, propuesta por MacArthur y Wilson en 1967, provocó un gran impacto en la Ecología y permitió, particularmente, el desarrollo de distintas estrategias de índole conservacionista. Si bien esta teoría fue primero aplicada con éxito en islas verdaderas, no tardaron los trabajos que intentaron comprobarla en ambientes terrestres (las denominadas islas-hábitat). Quizás, fue a partir de este momento, donde la “credibilidad” de los postulados enmarcados en esta teoría, pareció perderse.

A pesar de esto, con el correr de los años, la teoría ha recibido diferentes

reivindicaciones y críticas. Estas últimas hacen referencia, principalmente, a que procesos y/o características de relevancia en los ambientes, tales como la historia, la heterogeneidad espacial, los factores estocásticos y las perturbaciones ambientales, tienen poco o ningún efecto sobre los tamaños poblacionales.

Desde la llegada de los colonos europeos, sobre los pastizales de la Pampa Argentina se han evidenciado diferentes transformaciones del paisaje por haber sido utilizados como fuente forrajera para la cría de ganado. La expansión poblacional ganadera probablemente actuó como uno de los principales factores que determinaron

¹ Profesor en Ciencias Biológicas. Magister en Teledetección y SIG. Becario de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Bs. As. Ayudante de Ecología General (PCB-FAA-UNCPBA). Docente en el nivel Secundario. Esta publicación se corresponde con el Trabajo Final de Lara, Bruno Daniel titulado “Biogeografía de islas en fragmentos de pajonal del Paisaje Ariel. Análisis de la enseñanza del concepto de biodiversidad en la Educación Secundaria Básica” y dirigida por el Dr. Marcelo Gandini y la Ing. (M.Sc.) Angélica Sottile. e-mail: bruno.lara@faa.unicen.edu.ar

el reemplazo de pajonales –poco adaptados al pastoreo- por pastos más bajos y mejor adaptados a la acción de estos mamíferos. Por lo tanto, los pastizales pampeanos no pueden ser considerados como una realidad que escapa al avance del proceso de fragmentación del paisaje (Herrera, 2007).

Es por eso que, a partir de las cuestiones mencionadas anteriormente, es interesante preguntarse: ¿existen verdaderas islas-hábitat en los pastizales naturales? Y si las hay, ¿qué relación tienen su tamaño, la riqueza de especies y la composición florística?

Por otro lado, en el diseño curricular de la Educación Secundaria Básica para Ciencias Naturales y Biología elaborado por la Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires (Gellon y Fermon, 2009), se hace hincapié y se ubica como propósito general, la *alfabetización científica* de los estudiantes, fundamentalmente, en temas ambientales. Es decir, se pretende acercar al alumno a temas científicos desde lo cotidiano y que tome conciencia del mundo que lo rodea, con el fin de proteger y conservar la biodiversidad. Es a partir del segundo año que Biología se conforma como una materia específica, en donde se promueve el acercamiento del alumno a las principales teorías y modos de pensamiento que dicha ciencia ha aportado a la cultura humana en los últimos dos siglos. Pero, ¿los temas ambientales son tratados de esta forma

en el aula?, ¿se trabaja con ecosistemas que resulten cotidianos para los alumnos?

Por otra parte, entre las finalidades que persigue el presente escrito se encuentra la de realizar un aporte al conocimiento biológico y, más específicamente, ampliar el marco aplicativo de una teoría como la de biogeografía de islas. De esta manera, al reconocerse a los pajonales como islas-hábitat y como parte del nicho ecológico de diversas especies autóctonas (tanto animales como vegetales), pretende generar un punto de inflexión en la protección, conservación y manejo sustentable de los mismos. Y como derivación de los resultados obtenidos en este estudio, se intenta realizar un aporte a los recursos pedagógico-didácticos para docentes, con el fin de contribuir a la alfabetización científica de los alumnos en temas ambientales.

Hipótesis

- El tamaño de los parches de pajonal está relacionado con la riqueza de especies botánicas presentes.
- El tamaño del parche está relacionado con la proporción de especies nativas/exóticas.
- La mayor similitud florística se da entre fragmentos de tamaño homogéneo.
- La enseñanza del concepto de biodiversidad se aborda,

generalmente, dentro de un modelo didáctico tradicional/renovador.

Objetivos

- Contrastar los postulados de la teoría de biogeografía de islas con datos provenientes de parches de paisaje de un pastizal natural.
- Indagar acerca de cómo es enseñado el concepto de biodiversidad por los docentes de E.S.B. de la localidad de Azul.

Acerca de los conceptos centrales

Ecología del paisaje. Conceptos claves

Dentro de la ecología moderna se puede distinguir una rama joven a la cual se denomina Ecología del Paisaje. Se puede afirmar que hace poco más de dos décadas este enfoque ha surgido como un área de estudio diferente debido, principalmente, a tres factores: 1) la abundancia –cada vez mayor– de problemas referidos con el manejo de la tierra y el ambiente a grandes escalas de análisis, 2) el desarrollo de nuevos conceptos en ecología relacionados con la escala y 3) los avances tecnológicos, entre los cuales se pueden incluir la obtención de datos espaciales y el desarrollo de software específico para la manipulación de dichos datos, entre otros (Herrera, 2007).

En síntesis, la Ecología del Paisaje se

podría considerar como un enfoque científico de carácter transdisciplinario, que recibe importantes aportes de la geografía y la ecología. También se la suele definir como una visión holística de la realidad que intenta integrar al máximo su extremada y dinámica complejidad.

Asimismo Forman y Godron (1986), dos grandes pioneros de este enfoque paisajístico, consideran que el mosaico está estructurado y configurado por elementos que se denominan parches (o islas o fragmentos) de vegetación natural, inmersos en una matriz normalmente de uso antrópico y por corredores biológicos que conectan dichos parches. Estos elementos son cuantificables según atributos tales como: tamaño, forma, composición, distribución espacial.

Ciertas características que resultan esenciales cuando se estudian este tipo de parches o islas son su dinamismo y variabilidad espacio-temporal, las cuales están sujetas al organismo en estudio y a la percepción del investigador.

Teoría de biogeografía de islas

Normalmente, se reconoce que las islas contienen menor número de especies que áreas comparables del continente; además, se afirma que este número de especies debería disminuir cuando se reduce la superficie de las islas. Este es un típico caso de relación especies-área.

Este tipo de relación ha sido descripta en diversas ocasiones para diferentes grupos de organismos. De esta manera, es prácticamente nula la posibilidad de que existan comunidades naturales que carezcan de algún elemento de “insularidad”. Esta particular asociación despertó ciertas intrigas (ya que los factores parecían actuar de la misma forma ante comunidades muy diversas) y, a partir de analizar distintos resultados experimentales, el ecólogo MacArthur y el taxónomo y zoogeógrafo Wilson encontraron un modelo matemático que la explicara y propusieron las bases de la denominada teoría del equilibrio de la biogeografía de islas o, simplemente, biogeografía de islas.

Si bien una visión simplista de las comunidades argumentaría que áreas más extensas deberían albergar un número mayor de especies, debido a la mayor diversidad de hábitats y/o nichos ecológicos, hay estudios realizados que presentan patrones mixtos o bien una relación inversa (Quinn y Harrison, 1988).

Sin embargo, en este caso es pertinente comprender qué se conoce por el término “isla”. Por lo general se lo asocia solamente a los hábitats insulares; en cambio, desde una perspectiva más amplia como la ecológica, pueden existir comunidades que -por cuestiones naturales o antrópicas- por fuera de las condiciones esenciales de su hábitat (humedad, salinidad, luminosidad, disponibilidad de refugios y anidamiento, etc.) no pueden subsistir.

Los principales postulados de la teoría de biogeografía de islas (MacArthur y Wilson, 1967) son los siguientes:

- El tamaño y aislamiento de las islas juegan roles importantes. El número de especies sobre una isla está determinado por un balance entre la inmigración y la extinción.
- Este balance es dinámico, con especies continuamente extinguiéndose y siendo reemplazadas (a través de inmigraciones) por las mismas especies u otras diferentes.
- Las tasas de inmigración y extinción pueden variar con el tamaño y aislamiento de la isla.

Del mismo modo, MacArthur y Wilson construyeron un modelo matemático que expresa la relación entre el número de especies y el área de la “isla”, asumiendo que el número de individuos de un taxón en una isla puede ser representado por el producto de la densidad de esos individuos y el área (Gilbert, 1980). La relación es la siguiente:

$$S = cA^z$$

Donde S es el número de especies que habitan en una isla de área A, c es un parámetro que depende del taxón y de la región biogeográfica y, en particular, más fuertemente de la densidad poblacional determinada por los dos parámetros; z también es otro parámetro, que cambia muy poco entre los distintos taxa en diferentes partes del mundo.

El pajonal de Paspalum quadrifarium como potencial isla-hábitat

El pajonal de *Paspalum quadrifarium* representa la comunidad natural y nativa de esta zona pampeana. De acuerdo con Vervoorst (1967), se le asigna un nombre particular: el *Paspaletum*. Esta comunidad abarca principalmente los partidos de Ayacucho, Rauch, Azul y Tapalqué. Si bien presenta una estructura propia en mosaico debido a restricciones de índole edáfica e hídrica, las principales actividades productivas de la región (ganadería y agricultura) así como su manejo, han producido un gran impacto en la estructura y composición florística del pajonal. Por lo tanto, los parches se han convertido, paulatinamente, en más pequeños y quedaron más aislados unos de otros, convirtiéndose así en verdaderas islas inmersas en una matriz de uso antrópico. Además, si se tienen en cuenta las distintas circunstancias que continúan amenazando al pajonal, como la ganadería intensiva, expansión de frontera agrícola, introducción de especies exóticas, el futuro a mediano y largo plazo no es para nada alentador.

Con fines ilustrativos es posible mencionar ciertos números brindados por Fundación Vida Silvestre Argentina: de las 1.400.000 ha mapeadas originalmente por Vervoorst en 1967, solamente un 5%, es decir, 70.000 ha es la superficie cubierta por estos pajonales en la actualidad. Estos datos muestran claramente el acelerado ritmo

con el cual se pierden este tipo de comunidades, que además albergan innumerables especies nativas y endémicas.

Enseñanza de las ciencias y modelos didácticos

Enseñar ciencias plantea la necesidad de establecer puentes entre el conocimiento cotidiano de los alumnos con el cual dan sentido al mundo y los modelos y marcos teóricos con el que los científicos analizan e interpretan la realidad. Desde esta perspectiva, como proponen Liguori y Noste (2005), se puede afirmar que en la escuela no se hace ciencia, sino que se la enseña para que sea aprendida en el contexto de una ciencia escolar. Por su naturaleza, dicha ciencia escolar tiene al conocimiento científico como marco referencial pero se constituye como otro tipo de conocimiento: el conocimiento escolar.

Por lo tanto, entender de esta forma a la enseñanza de las ciencias implica promover la alfabetización científica de los alumnos. Si bien no existe una definición unánime que refiera a la alfabetización científica, se la puede considerar a ésta no sólo como la adquisición de conceptos y teorías de las distintas disciplinas, sino también entender la ciencia como una actividad humana en la que las personas que se ven involucradas dudan y desconfían de lo aparentemente obvio, formulan conjeturas, confrontan ideas y buscan

consensos, elaboran modelos explicativos, avanzan y retroceden sobre sus pasos, revisan críticamente sus convicciones; entendiendo, además que, dicha alfabetización científica permitirá a la sociedad disponer de determinados conocimientos científicos y tecnológicos para desenvolverse en la vida diaria, a la vez de tomar conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad (Gellon y Fermon, 2009).

Uno de los grandes problemas de la enseñanza de las ciencias es el abismo que existe entre las situaciones de enseñanza - aprendizaje y el modo en que se construye el conocimiento científico. La metodología “tradicional” de transmisión verbal, por parte del docente, de conceptos y teorías ya construidas, nada tiene que ver con el proceso por el cual los científicos han arribado a la construcción de determinados cuerpos teóricos, y el rol asignado al estudiante es escaso, de carácter pasivo y limitado a la cumplimentación de metas y objetivos propuestos por el docente. Sin duda este enfoque, ha sido muy criticado desde sus aspectos epistemológicos y psicológicos (Fernández González y Elortegui Escartín, 1996). La búsqueda de los docentes de una alternativa al aprendizaje memorístico y repetitivo, derivó en la aplicación “casi perfecta” de la teoría piagetiana: dando como resultado el aprendizaje por descubrimiento (Campanario y Moya, 1999). Esta metodología, está basada – principalmente- en un inductivismo extremo, en la falta de atención hacia

los contenidos y una insistencia permanente en actividades completamente autónomas realizadas por el alumno.

Si se parte de la noción de que la ciencia es una actividad humana, determinada por su contexto socio-histórico, caracterizada por un modo particular de generar y construir conocimiento, y teniendo presente que en el proceso de aprendizaje, la representación mental de lo real se organiza a partir de datos e informaciones que el sujeto recibe en su interacción con el medio social, resulta imprescindible adoptar un modelo de enseñanza - aprendizaje de carácter constructivista (Merino, 1998).

Selección e identificación de los parches de pajonal

Para la realización de este trabajo se seleccionaron nueve parches de una comunidad de *Paspalum quadrifarium* como unidades de análisis. Los mismos fueron ubicados y seleccionados a partir de imágenes pertenecientes al satélite CBERS 2B (China-Brazil Earth-Resources Satellite) con banda HRC (High Resolution Camera) correspondientes a las fechas 23-10-2007 y 04-01-2009.

Cuatro de los parches están situados en el establecimiento rural “Las Melias” (36°31’40.54” S; 59°50’4.09” O); tres lo están en el establecimiento “La Elisa” (36°25’31.61” S; 59°51’0.13” O). Los otros parches restantes, están situados

lindante a la Ruta Nacional N°3, y sus coordenadas geográficas son las siguientes: 36°33'13.67" S; 59°38'11.79" O y 36°37'52.36" S; 59°42'52.31" O.

A escala del paisaje, las unidades de análisis fueron delimitadas mediante visualización y a partir de las características fisonómicas; debido a la imposibilidad de denotar un límite claro y preciso en las imágenes satelitales.

El tamaño que presentan los distintos parches de *Paspalum quadrifarium* se obtuvo a partir del tratamiento de clasificación no supervisada de las imágenes satelitales. Este procedimiento consiste en crear agrupamientos o clusters, a los cuales se intenta asociar a una clase temática. Para realizar este tipo de metodologías se utilizan algoritmos matemáticos de clasificación automática; uno de los más comunes y que fue utilizado en estas imágenes es el ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique).

A escala de potrero, se realizó un censo en cada uno de los parches de *P. quadrifarium* teniendo en cuenta las especies nativas y exóticas, siguiendo el método de Braun-Blanquet (1979), registrándose además los valores de abundancia-cobertura. Aquellos ejemplares en los cuales su identificación no fue satisfactoria, fueron recolectados para su posterior reconocimiento y determinación en el laboratorio perteneciente a la cátedra de Botánica II de la Facultad de Agronomía de Azul.

La riqueza (S) de especies fue considerada y cuantificada directamente como el número de especies presentes en los diferentes parches. En cambio, como estimador de la biodiversidad se utilizó el índice de Shannon:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde **S** es la riqueza de especies y **P_i** la proporción de individuos de la especie **i** respecto del total de individuos. En este caso, la proporción de individuos de las distintas especies fue estimada a partir del valor de abundancia-cobertura.

Finalmente, para determinar el *status* (nativa o exótica) de los distintos ejemplares vegetales, se utilizó el Catálogo de Plantas Vasculares de la Argentina del Instituto de Botánica Darwinion a partir de su página web, <http://www.darwin.edu.ar>.

Análisis de la enseñanza del concepto biodiversidad: selección del espacio muestral

De acuerdo con lo expresado en uno de los objetivos del presente trabajo, se optó por una metodología que pudiera dar cuenta de las cuestiones que los docentes ponen en consideración en el momento de presentar el contenido de biodiversidad a sus alumnos.

El casco urbano contiene diez establecimientos que contemplan el nivel de secundaria básica, en éstos son veintidós los docentes que se desempeñan en las asignaturas correspondientes a Ciencias Naturales y Biología –según datos actualizados al 2010 del Consejo Escolar-. Para la realización de este estudio, se trabajó con una muestra de diez docentes.

Entre ellos se distribuyó una encuesta intentando caracterizar las distintas metodologías de enseñanza empleadas, con el fin de determinar cierto patrón en la enseñanza del contenido ya mencionado.

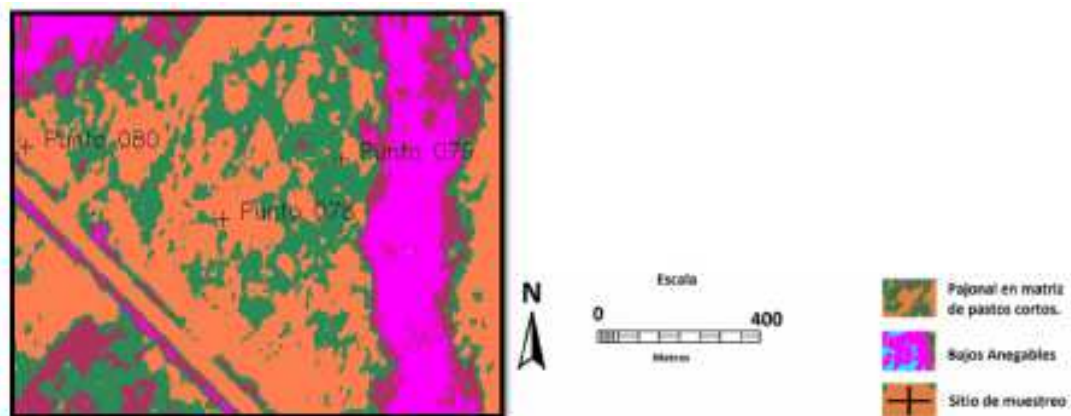
Una vez finalizadas las encuestas, se realizaron entrevistas personales. Las

mismas estuvieron destinadas a complementar y/o profundizar las respuestas esbozadas durante el primer acercamiento a los docentes.

Algunos resultados de investigación y de debate

Derivado del procesamiento de clasificación no supervisada (ISODATA) realizado a las imágenes satelitales, se obtuvieron distintos mapas temáticos (Fig. 1) . De los mismos, se puede apreciar que la mayoría de los parches de paja colorada se asocian con una clase temática en particular (un mismo color), evidenciando, de esta forma, características similares en su comportamiento espectral.

Figura 1. Mapa temático de un sitio de muestreo



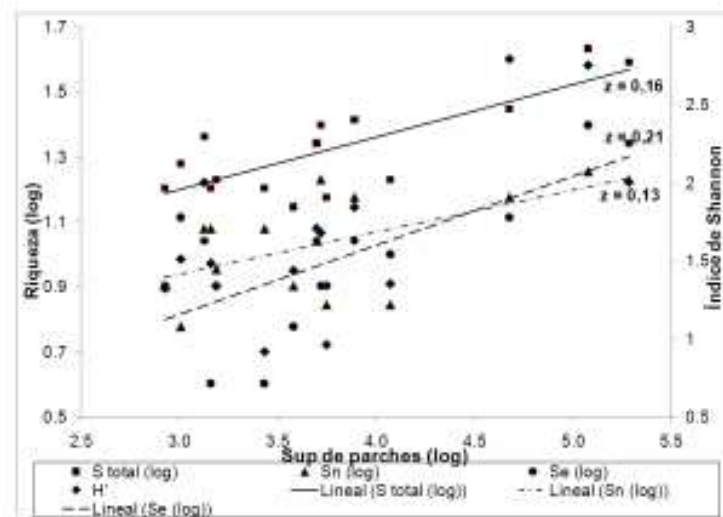
Fuente: elaboración propia.

El análisis de regresión múltiple demostró que la relación entre el logaritmo de la riqueza (S) total de especies y el logaritmo de la superficie de los parches es significativa ($F= 13,36$; $p < 0,008$), indicando que la riqueza de

especies presente en la comunidad depende -en cierta manera- de la superficie del parche. La misma relación resultó significativa tanto para la riqueza de especies exóticas ($F= 8,22$; $p < 0,02$), como para la riqueza de especies nativas

($F = 10,84$; $p < 0,01$) (Fig. 2).

Figura 2. Relación entre la superficie de los parches y la riqueza de especies (totales, de nativas y de exóticas).



Fuente: elaboración propia.

Esta relación satisfactoria entre el tamaño de los fragmentos de pajonal y la riqueza de especies (total, nativas y exóticas) difiere de los resultados obtenidos por Herrera y Lateralra (2008) en fragmentos de pastizal de la Pampa Austral. Es evidente la inexistencia de una regla general, por lo cual cada hábitat debe ser estudiado caso por caso para predecir con cierta certidumbre su comportamiento.

La superficie de los parches de este estudio, no influyó sobre la proporción de especies nativas/exóticas encontradas en los mismos.

Por otro lado, la teoría de biogeografía de islas (MacArthur y Wilson, 1967) predice que aquellas islas que estén más próximas a una potencial fuente de colonizadores (en este caso, otro

fragmento de pajonal), presentarían una riqueza superior que aquellas que se ubican a una distancia más lejana (producto de un aumento de la tasa de colonización) y viceversa. En caso de este estudio en particular, la distancia al fragmento más cercano no explicó la variación en la riqueza de especies entre los distintos parches. En definitiva, la colonización y/o extinción en este tipo de comunidades no estaría solamente afectado por la distancia a una fuente potencial de colonizadores. El efecto del aislamiento para “islas terrestres” – como se puede apreciar en este trabajo – es una cuestión notablemente compleja. Según argumentan distintos investigadores (Herrera y Lateralra, 2008), el efecto del aislamiento puede verse enmascarado debido a que, normalmente, este proceso está

acompañado al de la fragmentación; como resultado puede obtenerse una riqueza mayor por el establecimiento de especies invasoras de los bordes pero el número original de especies puede declinar progresivamente. Además, como mencionan Herrera y Laterra (2008), muchas de las especies presentes en estos pastizales presentan dispersión por semillas o bien forman bancos de semillas, lo que puede actuar como un “efecto rescate” evitando la extinción local de especies y, de esta forma, el efecto del aislamiento se ve enmascarado.

A partir del análisis de las encuestas contestadas por los docentes, se pudo observar una marcada tendencia hacia la inclusión de la biodiversidad en los metaconceptos Ecosistemas y Evolución. Por el contrario, su asociación con el contenido organizador Educación Ambiental fue relativamente baja. Aquellos docentes que lo enfocan de esta última forma (lo hacen de forma tangencial), parecen atender – fundamentalmente- al conocimiento de las especies cotidianas para sus alumnos y el por qué de su protección y conservación. A pesar de esto, como fue explicitado por los docentes en las entrevistas, la relación establecida entre biodiversidad – ecosistemas o biodiversidad – evolución determina diferencias en contenidos, organización y énfasis. Generalmente, la primera relación apunta a la interacción entre las distintas especies de un ecosistema. Por otro lado, la asociación biodiversidad - evolución se orienta,

principalmente, a la evolución de grupos taxonómicos específicos y a comprender la biodiversidad como un producto de los diferentes procesos evolutivos.

Los docentes utilizan la gran mayoría de las estrategias/herramientas didácticas contempladas en la indagación; esto implica que el contenido biodiversidad es lo suficientemente amplio como para ser abordado desde diferentes aristas y con distintas metodologías de trabajo. De todos modos, pareciera que, para los encuestados, determinadas estrategias como los cuestionarios cerrados, las actividades del libro de texto y la exposición, resultan poco confiables, a la hora de trabajar el contenido en cuestión con los alumnos.

Si bien existe una gran variabilidad entre las estrategias/herramientas didácticas empleadas por los docentes, es posible rescatar la suma importancia brindada a la observación de material audiovisual, salidas a campo, según ideas previas de los alumnos y proyectos de investigación. Normalmente, este tipo de metodologías suelen ser motivadoras para los alumnos, ya que les confiere un rol mucho más activo en el proceso de enseñanza – aprendizaje; este tipo de visión acerca del rol que le ocupa a cada uno de los sujetos en el proceso mencionado, vislumbra un enfoque constructivo del aprendizaje, acercándose a un modelo didáctico de tipo alternativo.

A partir del análisis detallado de las

entrevistas, fue posible examinar cuáles son, según los docentes, las finalidades de la enseñanza de las ciencias en el ciclo de Secundaria Básica. En un gran número de sus argumentaciones, aparece la explicitación de acercar al alumno a la ciencia desde lo que lo rodea, en su vida cotidiana. En palabras de los mismos docentes, estas son algunas de sus visiones acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias: "...ayuda a que los alumnos desarrollen el proceso de construcción de conocimiento, que se parezca más a la concepción de ciencia de la realidad..."; "...permite adquirir herramientas para poder explicar cosas de la vida cotidiana y, además, aprenden una forma de razonamiento distinta a la que están acostumbrados a usar..."; "...ayuda a que enfoquen desde otro punto de vista aquello que ellos conocen. Les permite ordenar, clasificar, jerarquizar ideas y cosas que ven en su vida cotidiana...".

Consideraciones finales

Los fragmentos de pajonal ubicados en el Paisaje Ariel pueden ser considerados como "islas-hábitat" o "islas virtuales" según los postulados de la teoría de biogeografía de islas, siendo su riqueza de especies –tanto nativa como exótica– determinada por las dimensiones del fragmento. Este hecho no refleja uniformidad ni puede reconocerse como regla general, ya que cada comunidad natural debe ser estudiada

particularmente en tiempo y forma, tal como lo demuestra el contraste de estas conclusiones con las de otros autores.

Si bien las dimensiones del fragmento cumplen un rol importante en la determinación de la riqueza de especies (S) y la biodiversidad (H'), existen demás variables que influyen directamente. Entre éstas últimas se pueden mencionar la heterogeneidad ambiental y la historia de uso propia del pajonal.

De la investigación educativa, se aprecia la voluntad de los docentes de llevar a cabo estrategias/herramientas didácticas que le otorguen mayor importancia a aquello que el alumno conoce y su contexto más próximo, intentando, de esta manera, desarrollar estrategias motivadoras. Sin embargo, las distintas restricciones que se le presentan parecen determinar y limitar fuertemente tanto su accionar como las metodologías de enseñanza desarrolladas por los docentes.

Contemplando las conclusiones ya mencionadas y a partir de la indagación realizada sobre los docentes de la secundaria básica, se considera que para el nivel destinado, resulta imprescindible la utilización de estrategias motivadoras que permitan la observación, la recolección de datos, la reflexión y adopción de actitudes positivas hacia el ambiente. Con esto se procura que el docente se involucre activamente con este tipo de estrategias, que se permita el desafío de llevar más allá sus deseos e intenciones,

intentando eludir los distintos obstáculos que –muchas veces– se le imponen.

Bibliografía

MacArthur, R. H. y Wilson, E. O. (1967) *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton New Jersey.

Herrera, L. (2007) *Impacto de la fragmentación del paisaje sobre la estructura comunitaria y el valor pastoril de pastizales de la región pampeana*. Tesis de Doctor en Ciencias Biológicas. Inédito. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Herrera, L. y Latta, P. (2008) Relaciones entre la riqueza y la composición florística con el tamaño de fragmentos de pastizales en la Pampa Austral, Argentina. En: Matteucci, S. D. (ed).

Panorama de la Ecología de Paisajes en Argentina y Países Sudamericanos. INTA, UNESCO, Secretaría de Ciencia y Técnica, Buenos Aires, pp. 387-396.

Gellon, G. y Fermon, M. (2009) DCE3 Ciencias Naturales / Coordinado por Claudia Bracchi. 1ª ed. La Plata: Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires.

Fernández González, J. y Elortegui Escartín, N. (1996) Qué piensan los profesores acerca de cómo se debe enseñar. *Enseñanza de las ciencias* 14 (3): 331-342.

Furió, C.; Vilches, A.; Guisasola, J. y Romo, V. (2001) Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las ciencias* 19 (39): 365-376.