

**Presidente de la Nación**

Dr. Néstor Kirchner

**Ministro de Educación, Ciencia y Tecnología**

Lic. Daniel Filmus

**Secretario de Educación**

Lic. Juan Carlos Tedesco

**Subsecretaria de Equidad y Calidad Educativa**

Lic. Alejandra Birgin

**Directora Nacional  
de Gestión Curricular y Formación Docente**

Lic. Laura Pitman

Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación

La biodiversidad en los ecosistemas. Docentes. Cuadernos para el aula-

1a ed. - Buenos Aires. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación, 2007.

48 p.: il.; 17 x 24 cm.

ISBN 978-950-00-0674-3

1. Formación Docente . 2. Medio Ambiente. I. Título  
CDD 371.1

Colofón  
XXXXXXX

BIOLOGÍA

# La biodiversidad en los ecosistemas

ÚLTIMO AÑO PRIMARIA/  
INICIO SECUNDARIA

SERIE CUADERNOS  
PARA EL AULA  
DOCENTES

**nap**

NÚCLEOS  
DE APRENDIZAJES  
PRIORITARIOS

## Subsecretaría de Equidad y Calidad Educativa

### Área de producción pedagógica *Cuadernos para el aula*

#### Coordinación general

Adela Coria

#### Equipo pedagógico

Rosa Rottemberg

Analía Segal

#### Equipo de elaboración de contenidos

*Autoría*

Silvina Chauvin

### Área de producción editorial

*Coordinación de Publicaciones*

Raquel Franco

Brenda Rubinstein, *Asistencia de coordinación*

Juan Pablo Luppi, *Edición*

Félix De las Mercedes, *Corrección*

Carolina Mikalef, Alejandro Luna, *Dirección de arte*

Diego Valiña, *Coordinación gráfica*

Santiago Goría, *Diagramación*

## Presentación

Hoy renovamos nuestro encuentro con las escuelas, maestros y profesores a través de estos materiales, como una de las formas en que se expresa el esfuerzo que estamos realizando desde las políticas públicas por contribuir a revertir las desigualdades a lo largo y a lo ancho de nuestro territorio. Son múltiples los pasos que hemos dado por crear mejores condiciones escolares para todos. Pero sabemos que todavía niñas, niños y jóvenes son parte de una realidad donde la pobreza y la exclusión social muestran de manera desgarradora la enorme deuda que tenemos con ellos y con su futuro.

Las brechas sociales se manifiestan también en la fragmentación de nuestro sistema educativo, en la desigualdad de trayectorias y aprendizajes, y en las dificultades que enfrentan los docentes al momento de enseñar.

En las circunstancias más difíciles, las escuelas se sostuvieron como uno de los lugares en los que se continuó albergando un sentido de lo público, resguardando y produciendo las condiciones para que pudiéramos volver a pensar en la posibilidad de un todos. Maestros y profesores redoblan sus esfuerzos, persisten en la búsqueda de alternativas, y todos los días ponen en juego su saber en la construcción de renovadas prácticas.

Al resumir desde el Estado la responsabilidad de acompañar el trabajo cotidiano de los docentes, buscamos recrear los canales de diálogo y de aprendizaje, afianzar los espacios públicos y garantizar las condiciones para pensar colectivamente nuestra realidad y, de este modo, contribuir a transformarla.

En este caso particular, se trata de materiales para el momento de pasaje y de nexo entre los distintos niveles educativos, que resulta clave en la experiencia de escolarización de los alumnos y en la tarea docente, y reclama todo el apoyo y acompañamiento que desde el Estado podamos ofrecerle. Abordar el problema de la ausencia de experiencias de escolarización comunes pasa a ser un tema crucial cuando pensamos en la finalización de la escolaridad primaria y en el inicio de la escuela secundaria.

Creemos que es preciso fortalecer nuestra escuela, rescatar el lugar inicial que tiene la tarea docente en la distribución social del conocimiento y en la recreación de nuestra cultura y renovar nuestros modos de construir la igualdad, restituyendo el lugar de lo común y de lo compartido, y albergando a su vez la diversidad de historias, recorridos y experiencias que nos constituyen.

Transitamos una época de incertidumbre, de cuestionamientos y frustraciones. No nos alcanza con lo que tenemos ni con lo que sabemos. Pero tenemos y sabemos mucho, y estamos vislumbrando con mayor nitidez un horizonte alentador.

Como educadores, nos toca la inquietante tarea de acompañar en una nueva etapa a nuestros alumnos y poner a disposición de todos y de cada uno de ellos nuestras mejores herramientas de indagación, de pensamiento y de creación. En el encuentro que se produce entre estudiantes y docentes reside la posibilidad de la transmisión, con todo lo que ello trae de renovación, de nuevos interrogantes, de replanteos y de oportunidades para cambiar el mundo en el que vivimos.

Lo prioritario hoy es recuperar y consolidar la enseñanza como oportunidad de construir otro futuro. Frente a ese desafío y el de construir una sociedad más justa, las escuelas tienen encomendada una labor fundamental: transmitir a las nuevas generaciones los saberes y experiencias que constituyen nuestro patrimonio cultural. Educar es un modo de invitar a los niños y a los jóvenes a protagonizar la historia y a imaginar mundos cada vez mejores.

La escuela puede contribuir a unir lo que está roto, a vincular los fragmentos, a tender puentes entre el pasado y el futuro. Estas son tareas que involucran de lleno a los docentes en tanto trabajadores de la cultura. La escuela también es un espacio para la participación y la integración; un ámbito privilegiado para la ampliación de las posibilidades de desarrollo social y cultural del conjunto de la ciudadanía.

Cada día, una multitud de chicos y chicas ocupa nuestras aulas. Cada día, las familias argentinas nos entregan a sus hijos, porque apuestan a lo que podemos darles, porque confían en ellos y en nosotros. Y la escuela les abre sus puertas. Y de este modo no solo alberga a niños y jóvenes con sus búsquedas, necesidades y preguntas, sino también a las familias que, de formas heterogéneas, diversas, muchas veces incompletas y también atravesadas por dolores y renovadas esperanzas, vuelven una y otra vez a depositar en la escuela sus anhelos y expectativas. Nuestros son el desafío y la responsabilidad de recibir a los nuevos, ofreciéndoles lo que tenemos y, al mismo tiempo, confiando en que ellos emprenderán la construcción de algo distinto, algo que nosotros quizá no imaginamos todavía.

En la medida en que nuestras aulas sean espacios donde podamos someter a revisión y crítica la sociedad que nos rodea, y garantizar el derecho de todos los niños, niñas, jóvenes y adultos de acceder a los saberes que resultan imprescindibles para participar en ella, podremos hacer de la educación una estrategia para transformarla.

La sanción de la Ley de Educación Nacional inscribe en el plano legal ese sentido de apuesta por un futuro más justo, y plasma en sus principios y decisiones fundamentales un fuerte compromiso de los Estados nacional y provinciales por construir ese horizonte de igualdad al que aspiramos como ciudadanos. La definición de los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios forma así parte del intenso programa de trabajo propuesto por la nueva Ley y de una política educativa que, en la firme perspectiva de un mediano plazo, busca garantizar una base común de saberes para todos los niños y jóvenes del país. Detrás de esta decisión existe una selección deliberada de conocimientos fundada en apreciaciones acerca de cuáles son las herramientas conceptuales que mejor condensan aquello que consideramos valioso transmitir en la escuela. También, una intención de colocar la enseñanza en el centro de la deliberación pública sobre el futuro que deseamos y el proyecto social de país que buscamos.

Es nuestro objetivo hacer de este conjunto de saberes y del trabajo en torno a ellos una oportunidad para construir espacios de diálogo entre los diversos actores preocupados por la educación, espacios que abran la posibilidad de desarrollar un lenguaje y un pensamiento colectivos; que incorporen la experiencia y los deseos de nuestros maestros y profesores, y que enfrenten el desafío de restituir al debate pedagógico su carácter público y político.

## Para dialogar con los Cuadernos para el aula

La serie *Cuadernos para el aula* tiene como propósito central aportar al diálogo sobre los procesos pedagógicos que maestros y maestras, profesores y profesoras sostienen cotidianamente en las escuelas del país, en el trabajo colectivo de construcción de un suelo compartido y de apuesta para que niños, jóvenes y adultos puedan apropiarse de saberes valiosos para comprender, dar sentido, interrogar y desenvolverse en el mundo que habitamos.

Quienes hacemos los *Cuadernos para el aula* pensamos en compartir, a través de ellos, algunos “hilos” para fortalecer propuestas para la enseñanza a partir de los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Así, estos libros buscan tramar algunos saberes priorizados en múltiples itinerarios de trabajo, dejando puntas y espacios siempre abiertos a nuevos trazados, buscando sumar voces e instancias de diálogo con variadas experiencias pedagógicas. No nos mueve la idea de hacer propuestas inéditas, de “decir por primera vez”. Por el contrario, nos mueve la idea de compartir algunos caminos, secuencias o recursos posibles; sumar reflexiones sobre algunas condiciones y contextos específicos de trabajo; poner a conversar invenciones de otros; abrir escenas con múltiples actores, actividades, imágenes y lecturas posibles.

Con ese propósito, el Ministerio Nacional acerca esta serie que progresivamente se va completando y renovando. En esta oportunidad, damos continuidad a la colección presentando una nueva propuesta para el último año de la escuela primaria o la etapa inicial de la escolaridad secundaria, según cómo se haya organizado cada provincia de nuestro país. Se trata, en cualquier caso, de acompañar a chicos y chicas en un tiempo desafiante de pasaje, cierre y apertura, un hito en el largo camino formativo que supone la escolaridad obligatoria. Necesitamos pensar cómo inscribir nuestras propuestas de enseñanza en el marco de una escuela que se interroga sobre sus formas habituales de producir encuentro con las más diversas producciones culturales. Una escuela en la que niños y jóvenes sientan que tiene sentido permanecer, que provoca exigentes desafíos intelectuales, que convoca al conocimiento y la expresión de los afectos, certezas y temores. Desde las propuestas que ofrecemos, buscamos construir un lugar para los chicos, reconocerlos en problemáticas que desaten novedosos intereses, modos de pensar, productividad e imaginación, siempre también desde el nuestro, como un lugar que se inquieta por ayudar a renovar su deseo de aprender.

La propuesta que hoy presentamos incluye producciones para diferentes ejes de los campos de conocimientos priorizados en la primera etapa de definición de los NAP: Matemática, Lengua, Ciencias Sociales y Ciencias Naturales. Se trata de un esfuerzo por abrir temáticas y tratamientos metodológicos que creemos sugerentes caminos para contribuir a crear en las aulas ámbitos de problematización y diálogos renovados con el conocimiento.

En todos los casos, incluimos reflexiones que traman los aspectos específicos de las disciplinas escolares con reflexiones sobre temas pedagógico-didácticos que constituyen también renovadas preocupaciones sobre la enseñanza. Hemos construido una propuesta que articula diversas producciones. Para cada campo de conocimiento, incluye como materiales de trabajo un libro y una Antología con textos de interés para alumnos; un Cuaderno para docentes que está ahora en sus manos y, en varios casos, la selección de producciones cinematográficas u otras formas de representación que podrán ser incorporadas a distintos itinerarios de trabajo.

Sabemos que el espacio de relativa privacidad del aula es un lugar donde resuenan palabras que no siempre pueden escribirse, que resisten todo plan: espacio abierto al diálogo, muchas veces espontáneo, otras ritualizado, donde se condensan novedades y rutinas, silencios y gestos, lugar agitado por preguntas o respuestas impensadas o poco esperadas; lugar conocido y enigmático a la vez, lugar de la prisa. En esos vaivenes de la práctica, paradójicamente tan reiterativa como poco previsible, se trazan las aristas que definen nuestra compleja identidad docente. Una identidad siempre cambiante —aunque imperceptiblemente— y siempre marcada por historias institucionales del sistema educativo y sociocultural más general; una identidad que nos hace ser parte de un colectivo docente, de un proyecto pedagógico, generacional y ético-político.

Desde los *Cuadernos para el aula*, como seguramente podrá ocurrir desde muchas otras instancias, nos proponemos poner en foco las prácticas desplegadas cada día. En ese sentido, esperamos puedan dialogar con preguntas que nos hacemos habitualmente como docentes, preocupados por habilitar el espacio escolar a experiencias de valor para la vida de niños y jóvenes, experiencias que en particular les permitan situarse de modos cada vez más críticos en relación con el conocimiento del mundo en que viven. Las múltiples configuraciones que puede adoptar la clase en función de nuestras propuestas didácticas construidas para la ocasión están desafiadas a incluir las inquietudes, experiencias y saberes sociales de nuestros chicos y jóvenes, muchos de ellos altamente novedosos para nuestra mirada adulta. A veces, nos llevarán a esperar y entender su silencio, otras, a preguntarnos sobre su indiferencia, a ser tolerantes al mismo tiempo que a asumir una posición activa que busca alternativas capaces de convocarlos, de provocarlos, al deseo de aprender, de saber, de conocer.

Queremos acercarnos a ese espacio de las prácticas con una idea importante. Las propuestas de los *Cuadernos para el aula* dialogan a veces con lo obvio, que por conocido resulta menos explorado. Pero al mismo tiempo parten de la idea de que no hay saberes pedagógico-didácticos generales o específicos que sean universales y por tanto todos merecen repensarse en relación con cada contexto singular, con cada historia de maestro o profesor y de hacer escuela.

Este hacer escuela nos reúne en un tiempo en el que subsisten profundas desigualdades. Nuestra apuesta es aportar a superarlas en algún modesto sentido, con conciencia de que hay problemas que rebasan la escuela, y sobre los cuales no podemos incidir exclusivamente desde el trabajo pedagógico. Nuestra apuesta es contribuir a situarnos como docentes y situar a niños y jóvenes en el lugar de ejercicio del derecho al saber.

Desde ese lugar hablamos en relación con lo prioritario hoy en nuestras escuelas y aulas; desde ese lugar y clave de lectura, invitamos a recorrer estos Cuadernos. Sabemos que es en el ámbito escolar y en cada aula donde se ponen en juego novedosas búsquedas, y también las más probadas respuestas, aunque las reconozcamos tentativas. Hay siempre un texto no escrito sobre cada práctica: es el texto de la historia por escribir de los docentes de cada escuela.

Esta serie precisamente pretende ser una provocación a la escritura. Una escritura que lea y recree, una escritura que discuta, una escritura que dialogue sobre la enseñanza, una escritura que seguirá agregando páginas a estos Cuadernos.

**El equipo de *Cuadernos para el aula***

## Índice

### 9 Decisiones

10 **¿Cómo está organizado el material?**

11 **La biodiversidad en el aula**

11 **Docentes y estudiantes: acercamientos a la Biología**

13 **Otra visión de la Biología**

14 Controversia y reflexión

### 17 La propuesta

18 **Aportes para trabajar con la Introducción**

18 Para trabajar con el concepto de vida y de sistema viviente

19 ¿Qué caracteriza a un ser vivo?

20 Información adicional para trabajar con el concepto de sistema viviente

21 Para trabajar con el concepto de biodiversidad

21 Un espacio para la controversia: el zoológico

22 Propuesta de organización para una visita al zoológico

22 Una lectura previa

24 Algunos detalles para tener en cuenta

24 Antes de la visita

25 En el zoológico

26 Después de la visita

26 Otros ámbitos para observar

28 **Aportes para el trabajo con el capítulo 1**

29 El legado de la Historia Natural

30 La Biogeografía y el estudio de la diversidad

31 Influencias religiosas y filosóficas en la Biogeografía

31 El conocimiento de “nuevos mundos”

32 **Para trabajar en clase I**

34 **Para trabajar en clase II**

35 **Para trabajar en clase III**

37 **Aportes para el trabajo con el capítulo 2**

38 Para profundizar: las pirámides alimentarias

39 **Para trabajar en clase I**

40 **Para trabajar en clase II**

41 **Aportes para el trabajo con el capítulo 3**

42 Ecología y ecologismo

43 **Para trabajar en clase**

48 **Bibliografía**

# Decisiones

## ¿Cómo está organizado este material?

Este libro se propone llevar a los docentes la idea general sostenida a lo largo del libro del alumno, además de algunos aportes y sugerencias que pueden ser de utilidad para trabajar los contenidos de la propuesta en general.

Una idea intuitiva que requiere ser confrontada de diversos modos para que el alumno se aproxime a una concepción diferente en el momento de trabajar con contenidos de Ciencias Naturales en el aula es aquella que propone que “la ciencia tiene respuestas para todo” y que es un conocimiento inapelable y definitivo, además de ser una herramienta para resolver “todos los problemas de este mundo”

Esa imagen de ciencia heredada del positivismo del siglo XIX ha cambiado y se ha transformado, a lo largo del siglo XX, en otra más reflexiva e históricamente contextualizada (aunque no por esto sin carencias y aspectos controversiales), que es la que pretendemos acercar a los estudiantes a través de estas páginas.

Como en todos los ámbitos, los cambios no son sencillos, y tanto dentro del contexto académico como en la sociedad en general, conviven hoy diversas concepciones acerca de lo que es la ciencia, cuáles deben ser sus objetos de estudio, cómo emplear el conocimiento que provee, cuáles son sus límites y si debería o no tenerlos.

A partir de los insospechados resultados que han tenido en nuestro mundo las derivaciones de las aplicaciones tecnológicas de la ciencia han surgido nuevas miradas, como la que propone la *bioética*<sup>1</sup>, disciplina que cuenta hoy con muy pocas décadas de vida pero tiene, posiblemente, un importante futuro en el pensamiento humano de los próximos años.

Es deseable que estas nuevas formas de entender la ciencia estén presentes en el aula. Es fundamental que los estudiantes comprendan que la ciencia es una forma de creación de conocimiento, como tantas otras, hecha por grupos humanos, con todas sus potencialidades y sus flaquezas, con todas sus vir-

<sup>1</sup> El término bioética fue empleado por primera vez por el oncólogo estadounidense Van Rensselaer Potter, en el año 1970. Su preocupación se centraba en los problemas que el inusitado desarrollo de la tecnología planteaba y la crisis de valores que traía aparejado. El planteamiento fundamental de su propuesta implicaba superar la dicotomía entre la ciencia y la tecnología por un lado, y entre las ciencias fácticas y las ciencias humanas, por el otro. La bioética surge, entonces, como un intento de establecer puentes (entre las ciencias experimentales y las humanidades, entre los seres humanos, entre el ser humano y su ambiente) y pretende la formulación de principios que permitan afrontar con responsabilidad las posibilidades impensadas de la tecnología.

tudes y mezquindades, fuertemente atravesada por las ideas políticas, religiosas, económicas y culturales de cada época. Es una forma de acercarse al mundo para comprenderlo y transformarlo, una de las principales preocupaciones del ser humano desde su aparición en el planeta.

### La biodiversidad en el aula

La Biología como disciplina cuenta con una enorme ventaja para acercar el conocimiento científico a los estudiantes: el fenómeno de la vida es inherente a nosotros mismos. Somos seres que compartimos con todos los seres vivos características que nos diferencian del resto del Universo. Si partimos de esta idea, el estudio de la biodiversidad puede ser una poderosa puerta de acceso al interés de los alumnos.

La vida es el objeto de estudio de la Biología, y comprender este fenómeno en toda su amplitud, complejidad, diversidad e impredecibilidad puede ser transformador para el pensamiento de los estudiantes y, tal vez, logre acercarlos de una manera más consciente e interesada a otros contenidos de la disciplina.

Sabemos que la función de la escuela no es formar científicos, al menos no en esta etapa, sino acompañar el desarrollo de seres humanos plenos, atentos a los intereses y necesidades de los otros seres humanos, y futuros ciudadanos reflexivos acerca de las cuestiones sociales. Es interesante, además, advertir que el modo en que planteamos la disciplina que nos ocupa tal vez tenga impacto en decisiones futuras, en el modo en que los jóvenes se vincularán con el conocimiento, incluso con la profesión del investigador, el docente, la persona que se dedica a la ciencia.

En este acompañamiento, el estudio de la vida debe ser fundamental y no solo desde la visión “utilitaria” que fuertemente aparece en la actualidad en relación con la protección del ambiente y los recursos naturales sino desde una perspectiva reflexiva acerca de nuestro propio futuro como seres vivos, que compartimos con el resto de los organismos que habitan la Tierra.

### Docentes y estudiantes: acercamientos a la Biología

Como docentes, sabemos que nuestros intereses y los de los estudiantes se encuentran algunas veces en conflicto.

Es importante, entonces, que nos propongamos arribar a consensos con nuestros alumnos. Ellos traen muchísima información consigo al aula y nosotros

podemos aprovecharla en pos de sus intereses y los nuestros.

Un modo fecundo de acompañar este encuentro puede ser ofrecer claves para la comprensión de la información a la que los alumnos acceden, por ejemplo, brindando orientación para la selección de sitios de Internet, que son muy visitados por los estudiantes y no siempre ofrecen material que provenga de fuentes confiables o académicamente reconocidas. La flexibilidad y la oportunidad para el diálogo son las premisas que deben dirigir nuestro trabajo.

Les sugerimos que orienten a los estudiantes en la búsqueda de información en la red. Pero es conveniente que antes de recomendar o aceptar la información tal como la traen los chicos al aula (información que muchas veces no es más que material copiado y pegado sin que medie una lectura comprensiva), los docentes nos hagamos algunas preguntas previas:

- ¿Quién es el autor? ¿Pertenece a alguna institución reconocida?
- ¿Cuáles son los antecedentes del autor? ¿El sitio presenta su currículum vitae?
- Si es una institución, ¿se informan sus propósitos y quiénes la conforman?
- ¿Se puede identificar con claridad cuál es el propósito del sitio?
- ¿Hay avisos publicitarios? ¿Afecta que los estudiantes los lean?
- ¿Está bien estructurado el texto? ¿Contiene errores?
- ¿Es texto se ajusta a mis propósitos?
- ¿Trata el tema de modo especializado o con carácter de divulgación?
- ¿Se ajusta la información a la que tengo sobre el tema? ¿Es muy diferente?
- ¿Tengo modo de evaluar si la información disciplinar es actualizada?
- ¿El autor cita sus fuentes? ¿Proporciona bibliografía y enlaces?
- ¿En qué fecha se realizó la última actualización de la página?
- ¿Vale la pena incluir en el aula esta fuente de información o hay libros, películas y revistas que tratan el tema de manera más ajustada a mis propósitos de enseñanza?
- La información textual, visual y auditiva ¿resulta armónica y necesaria? ¿Facilita la comprensión de los contenidos? ¿Distrae? ¿Confunde?
- ¿Funcionan todos los componentes: imágenes, audio, etcétera?
- ¿Disponen los estudiantes de los programas requeridos para hacer uso de los recursos de la página?

Entre otras muchas actividades que desarrollan los alumnos, el tiempo que dedican a algún medio de comunicación es un dato primordial. Una de nuestras principales tareas en la actualidad debe consistir en conocer, sin prejuicios, cuáles son las posibilidades informativas de que disponen estas nuevas generaciones y cuál es su nivel de análisis respecto de ellas: ¿Leen diarios? ¿Miran documentales por televisión? ¿Consultan sitios de organizaciones ambientalistas? ¿Tienen interés por los libros de divulgación?

Toda esta información puede ser muy útil para planificar nuestra tarea y cuanto más conozcamos acerca de los medios que consultan nuestros alumnos y que

son de su interés, más posibilidades tendremos de orientarlos hacia una relación entre esos medios y nuestros intereses educativos.

Dejando de lado los preconceptos, somos nosotros los que debemos empezar a investigar en el afuera de la escuela la información que circula y llega hasta los alumnos para evaluar su calidad y las posibilidades de integrarla al desarrollo de los contenidos escolares, a fin de analizarla y sistematizarla. Seguramente encontraremos muy diferentes tipos de información, algunos de gran calidad y otros muy cuestionables, y será importante traer esas diferencias a las clases para favorecer el espíritu crítico de los chicos y orientar sus búsquedas y sus posibles lecturas.

### Otra visión de la Biología

¿Qué concepción de la ciencia tenemos los docentes? Ese es un punto muy importante a revisar en la práctica cotidiana, ya que nuestro principal trabajo como docentes de Biología es brindar una visión actualizada de la disciplina, no solo desde la dimensión de los nuevos conocimientos, sino también desde una dimensión epistemológica que la analice desde su importancia cultural y su impacto social.

Como dijimos, por lo general, los alumnos traen consigo una visión clásica de la ciencia, en la que esta es concebida como una actividad que produce conocimientos ciertos y acabados, que se desarrolla aisladamente, sin interacción alguna con la sociedad.

La Biología, por sus características disciplinares, puede ser de gran utilidad en este cometido. Ernst Mayr, un biólogo considerado como una de las mentes más brillantes del siglo XX proponía lo siguiente (Mayr, 2000).

*¿Cómo explica la biología el mundo vivo? Cuando un biólogo trata de responder a una pregunta acerca de un fenómeno único, como "por qué no hay colibríes en el Viejo Mundo?" o "dónde se originó la especie Homo sapiens", no puede basarse en leyes universales. El biólogo tiene que estudiar todos los datos conocidos que tengan que ver con el problema en cuestión, inferir toda clase de consecuencias a partir de combinaciones de factores reconstruidos, y después intentar elaborar un argumento que explique los hechos observados del caso particular. En otras palabras, elabora una narración histórica.*

*Este enfoque es tan diferente de las explicaciones causa-efecto que los filósofos clásicos de la ciencia –que procedían de la lógica, las matemáticas o las ciencias físicas– lo consideraron completamente inadmisibles. Sin embargo, autores recientes han rechazado enérgicamente la estrechez de la*

*opinión clásica, demostrando no solo que el enfoque histórico-narrativo es válido, sino también que se trata, probablemente, del único enfoque válido, científica y filosóficamente, para explicar fenómenos únicos.*

*Por supuesto, nunca se puede demostrar categóricamente que una narración histórica es “verdadera”. Cuanto más complejo sea un sistema estudiado por una ciencia, más interacciones existen dentro de dicho sistema, y con frecuencia estas interacciones no se pueden determinar por observación, sino que solo se pueden inferir. Es muy probable que la naturaleza de las inferencias dependa de la formación y la experiencia previas del científico; y por lo tanto, son frecuentes las controversias acerca de la mejor explicación. Sin embargo, toda narración es susceptible de refutación y se puede comprobar una y otra vez. Por ejemplo, la extinción de los dinosaurios se ha atribuido en distintas ocasiones a una enfermedad devastadora a la que resultaban especialmente vulnerables, o a un cambio drástico del clima debido a procesos geológicos. Sin embargo, ninguna de estas dos explicaciones estaba apoyada por evidencias fidedignas, y ambas presentaban inconvenientes. En cambio, cuando Walter Álvarez propuso en 1980 la teoría del asteroide y, sobre todo, cuando se descubrió en Yucatán el presunto cráter del impacto, todas las teorías anteriores quedaron abandonadas, ya que los nuevos hechos encajaban perfectamente con el argumento.*

*Entre las ciencias en las que las narraciones históricas desempeñan un papel importante figuran la cosmogonía (el estudio del origen del universo), la geología, la paleontología, la filogenia, la biogeografía y otras ramas de la biología evolutiva. Todos estos campos se caracterizan por estudiar fenómenos únicos. Cada especie viva es única, y también lo es, genéticamente hablando, cada individuo. Pero lo único no es una exclusiva del mundo vivo. Cada uno de los nueve planetas del sistema solar es único. En la Tierra, cada sistema fluvial y cada cordillera presentan características únicas.*

El concepto de narración histórica que presenta Mayr es interesante para comprender los límites de la ciencia, y de la Biología como disciplina: ¿qué puede ser más provisional que una narración histórica?

Sin embargo, este tipo de explicaciones de los fenómenos únicos puede ser altamente satisfactoria y generar predicciones comprobables.

Como Mayr propone, cada especie y cada individuo son únicos e intentar explicar la vida, como planteamos en la Introducción de libro del alumno, puede ser muy difícil, pero fascinante al mismo tiempo.

### Controversia y reflexión

El enfoque del libro del alumno se centra en el planteamiento de la controversia y la reflexión y, en muchos casos se trabaja encuadrando los conceptos en los

contextos históricos y sociales en los cuáles surgieron. Nos interesa mostrar que la discrepancia y el disenso también pertenecen al ámbito de la ciencia, y que la Biología no escapa a ellos.

Que los estudiantes perciban estas cuestiones plenamente humanas que hacen al quehacer científico y a su construcción de conocimiento los ayudará a acercarse a él con menos prejuicios y estimulará su espíritu crítico, una característica necesaria y deseable para la comprensión del pensamiento científico.

Como propone el *Informe Final de la Comisión Nacional para el mejoramiento de la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática* (agosto 2007), “el desempeño ciudadano no puede ser concebido hoy sin una formación científica básica. [...]”

No se trata sin embargo de cualquier tipo de formación sino de una educación que además contribuya a la alfabetización científica del conjunto de la población, de manera que todos los ciudadanos podamos estar en condiciones de interesarnos en indagar sobre distintos aspectos del mundo que nos rodea; poder tomar decisiones informadas acerca de cuestiones que afectan la calidad de vida y el futuro de la sociedad; de interesarse por, e involucrarse en, los discursos y debates sobre ciencias; y de arribar a conclusiones basadas en razonamientos válidos que incluyan, cuando corresponda, la interpretación de evidencia empírica”.

En este sentido, hemos tratado de trabajar sobre el análisis de la ciencia como producción cultural, socialmente contextualizada y producida por personas, por ende, con una fuerte carga de subjetividades que exceden de manera inevitable los presupuestos de objetividad que se pretenden conseguir: la ciencia no es un producto acabado, sino que es hipotético, falible y abierto a la transformación.

Para cerrar este apartado traemos algunas ideas de Humberto Maturana, biólogo y sociólogo chileno, que consideramos muy interesantes y motivadoras en relación con nuestra práctica como docentes de Biología y con el trabajo de acompañamiento en la construcción de conocimiento de los estudiantes.

*Si un educando convive con un profesor de biología y este profesor de biología disfruta su biologizar, en el respeto y atención a las dificultades que en algún momento puedan tener sus alumnos, ese educando incorporará en su vivir de manera espontánea la mirada biológica, y la biología va a ser, por así decirlo, el instrumento de convivencia a través del cual se va a transformar en un adulto socialmente integrado con confianza en sí mismo, con capacidad de colaborar y aprender cualquier cosa sin perder su conciencia social, y por lo tanto ética.*

*[...] En este generar mundos, los seres humanos hemos cambiado tanto el mundo natural que lo estamos llevando a su destrucción. Se acabó la biosfera, y ahora vivimos en una homosfera y en nuestra ceguera ante esto estamos destruyendo nuestro entorno y transformándolo de una manera que*

*va a hacer que nuestro vivir sea imposible. Si no cuidamos el bosque, este va a desaparecer cortado, porque cuidarlo consiste precisamente en no cortarlo. Cuidar el entorno consiste en respetarlo, no explotarlo al usarlo como un ámbito vital, no contaminarlo como si fuese una bolsa para desechos. En nuestro presente cultural y tecnológico el bosque, el agua limpia, el aire limpio, los espacios ecológicos satisfactorios para el vivir humano y el de otros seres vivos, ya no se sostienen por sí mismos, no tienen la autonomía de la biosfera, pues ahora pertenecen a la homosfera de transformaciones generadas por nuestras emociones según lo que queremos conservar consciente e inconscientemente en nuestro vivir.*

*El bien-estar consiste en estar en armonía con la circunstancia donde lo humano como un mundo de bien-estar creativo, estético y acogedor es posible, y donde lo natural es parte del bien-estar humano. Pero para conservar ese bien-estar tenemos que respetarnos a nosotros mismos y respetar, por lo tanto, nuestra responsabilidad en la generación y conservación del bien-estar, como un espacio de ecología humana en armonía con todos los otros seres vivos.*

*"Educación desde la matriz biológica de la existencia humana. Biología del conocer y biología del amar". Encuentro Cultivar la humanidad. Sentidos de la educación y la cultura, 11 de marzo de 2005, Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.*

## La propuesta

## Aportes para trabajar con la Introducción

En la Introducción del libro del alumno nuestra idea fue plasmar los principales conceptos relacionados con el fenómeno de la vida para enfocarnos en el concepto de biodiversidad.

Los núcleos principales de este apartado del libro desarrollan los siguientes conceptos:

1. Las características de los seres vivos y el concepto de sistema viviente. Este tema se desarrolla en profundidad y es el núcleo central de la introducción.
2. El concepto de unidad en la diversidad. Completa el desarrollo del tema anterior, especificando las distintas características que comparten los seres vivos que, al mismo tiempo, son las que generan la gran diversidad de la vida que conocemos.
3. Las propiedades emergentes en los distintos niveles de organización. Enumera los distintos niveles de organización biológica y ecológica, tema que será retomado en el Capítulo 2.
4. Los seres vivos como sistemas abiertos. Desarrolla el concepto de intercambio de materia y energía con el medio, que también será retomado en el Capítulo 2.
5. Los números de la biodiversidad. Sintetiza datos acerca de la biodiversidad actual e introduce el concepto de conservación, que se desarrollará con profundidad en el Capítulo 3.

Estos contenidos son fundamentales para encarar luego el desarrollo del resto de los capítulos del libro. En esta introducción, los núcleos conceptuales enumerados se presentan de manera relativamente sintética, para luego ser retomados y profundizados.

A continuación, expondremos algunos puntos interesantes relacionados con estos conceptos, que pueden ser útiles para encarar su trabajo en el aula.

### Para trabajar con el concepto de vida y de sistema viviente

¿Qué es la vida? Esta pregunta, de difícil respuesta, da comienzo al desarrollo de la Introducción.

¿Por qué la elegimos? Porque facilita la presentación de este tema: el docen-

te puede plantearla mucho antes de comenzar a trabajar con el libro y generar un interesante e intenso debate en la clase.

Como ya comentamos en la presentación de este libro, no debemos olvidar la información previa que los estudiantes de esta edad tienen respecto del fenómeno de la vida, no solo por cursar la materia en años anteriores sino por lo que pueden aportar desde sus lecturas o investigaciones en otros textos y soportes fuera del ámbito escolar (documentales, libros y revistas de divulgación, Internet). Y, además, porque facilita el comienzo del trabajo con el tema fomentando el diálogo y promoviendo un interés que puede extenderse más allá de una simple respuesta mecánica.

El fenómeno de la vida en sí excede el estudio de los contenidos curriculares de la escuela y se entrelaza con concepciones y valores filosóficos y espirituales profundos que pueden ser muy interesantes para discutir con los chicos.

A partir de las respuestas y las confrontaciones de distintas visiones que se den entre los estudiantes, el docente podrá generar propuestas de trabajo que las involucren y capturen su interés.

Seguramente, no todas las respuestas que los alumnos generen podrán ser consideradas correctas, pero la explicitación de las ideas, la defensa del propio punto de vista, la necesidad de justificar una hipótesis, entre otras, son todas estrategias que permiten generar los conflictos necesarios para progresar en el conocimiento.

En este sentido es importante recordar que, más allá de trabajar con los contenidos curriculares, la clase de Biología debe ser un espacio en el que se trabajen tanto la expresión oral como la escrita. Para esto, proponemos la siguiente actividad para dar comienzo al tema y trabajar con los textos de las páginas 9 a 13 del libro del alumno.

### ¿Qué caracteriza a un ser vivo?

El objetivo de la actividad es permitir a los alumnos que reelaboren el concepto de ser vivo e incluyan el de sistema viviente en su concepción acerca de la vida como fenómeno.

Para llevarla a cabo, el docente puede proponer en clase la pregunta "¿Qué es la vida?" y orientar las diferentes preguntas que vayan surgiendo.

Aquí se proponen algunas afirmaciones que pueden orientar la discusión.

- Se calcula que el Sol se formó hace 4.500 millones de años y que su muerte se producirá en unos 5.000 o 6.000 millones de años, cuando deje de brillar. ¿Podemos decir que el Sol está vivo?
- Las bacterias son organismos microscópicos que se reproducen dividiéndose y dando lugar a dos bacterias. ¿Es posible decir que estas dos bacterias nacieron?
- Los organismos que no se reproducen, ¿están vivos?
- La llama de una fogata se mueve. ¿Se puede decir que está viva?

Para conducir el debate es preciso recordar la característica afirmación (muy incompleta, por cierto) que aún se maneja en el ámbito escolar, que propone que los seres vivos “nacen, crecen, se reproducen y mueren”. Si la tuviésemos en cuenta como una definición de vida, estaríamos dejando fuera, por ejemplo, a aquellos organismos que no dejan descendencia, o a aquellos que, por distintos factores, no crecen dentro de los parámetros que consideramos normales. Sin ir más lejos, ¿podríamos considerar como “vivo” al gajo de una planta, que puede dar origen a una planta nueva y completa, pero que, en el sentido literal, no “nace”?

La idea de este debate es proponer que la definición de la vida es casi imposible sin caer en limitaciones y que, por lo tanto, es más acertado hablar de las características de la vida.

Luego de realizar la actividad propuesta, y a partir de los resultados obtenidos en el debate, se puede comenzar el trabajo con el concepto de sistema viviente, que no es sencillo y deberá ser acompañado con una explicación del docente.

### Información adicional para trabajar con el concepto de sistema viviente

El término *autopoiesis* (del griego *auto*, sí mismo, y *poiesis*, producción) fue propuesto en 1971 por el médico y sociólogo chileno Humberto Maturana y el biólogo Francisco Varela para designar el tipo de organización de los sistemas vivos.

De acuerdo con el planteo de estos investigadores, un ser vivo es un sistema autopoiético organizado como una red de interacciones moleculares, en la que las moléculas producidas generan, a la vez, la misma red que las produjo. La autopoiesis es, entonces, una manera de existir de un sistema viviente como entidad autónoma. Los seres vivos son vistos como sistemas que se producen a sí mismos: un sistema autopoiético es, a la vez, el productor y el producto.

Así, los sistemas vivientes “viven” en tanto conservan su organización, y todos sus cambios estructurales ocurren en pos de la conservación de su adaptación al ambiente en el cual se desarrollan.

Para sostener su autonomía, los sistemas vivientes necesitan obtener recursos del entorno en el que viven. En otras palabras, son simultáneamente sistemas autónomos del entorno y dependientes de él (este concepto se puede retomar al trabajar con el contenido del libro del alumno “Los seres vivos son sistemas abiertos al entorno”, en la página 33).

Maturana y Varela proponen que los seres vivientes son sistemas determinados por su estructura, es decir, por la forma en que sus componentes se interrelacionan, sin que se produzcan cambios en su organización. Sin embargo, la estructura de un sistema viviente cambia todo el tiempo, adaptándose continuamente a los cambios de ambiente.

Entonces, mientras que la organización identifica a un sistema, la estructura muestra la forma en que las partes se interrelacionan. El momento en que un sistema pierde su organización corresponde al límite de su tolerancia a los cambios en su estructura.

Los seres vivos están determinados por su estructura, pero no por eso están predeterminados. De hecho, Maturana y Varela hablan de que los sistemas vivientes son circulares: su estructura cambia constantemente, en relación con los cambios en el entorno; por lo tanto, lo que ocurra en un sistema viviente en un momento dado dependerá de la estructura que posea en ese momento determinado.

### Para trabajar con el concepto de biodiversidad

A lo largo del libro del alumno hemos propuesto trabajar con la controversia. Una manera de enfrentar a los estudiantes con el cambio cognitivo en relación con nuevos contenidos es mostrarles no solo la diferencia entre el “conocimiento científico” y el “conocimiento cotidiano”, sino entre la diferencia de opiniones que muchas veces surge tanto dentro de la comunidad científica como en la sociedad en general.

Las Ciencias Naturales se caracterizan por la adquisición y organización de conocimientos sobre la estructura de un conjunto de hechos objetivos e intenta la generación de explicaciones y predicciones comprobables. Con frecuencia esas predicciones se enuncian en forma de leyes universales, que dan cuenta del comportamiento de un sistema y predicen cómo actuará en determinadas circunstancias. Sin embargo, estas explicaciones son momentáneas y están relacionadas con los conocimientos de cada época histórica. Así, dentro de la comunidad científica, el disenso existe y la divergencia de opiniones también, como en todos los ámbitos humanos.

La siguiente propuesta permite la profundización de los contenidos propuestos en la página 17 (“La biodiversidad en números”) del libro del alumno y la obtención de información que podrá ser de utilidad para el desarrollo del Capítulo 3.

### Un espacio para la controversia: el zoológico

El zoológico es un espacio en el que es posible observar, al menos, una mínima parte de la biodiversidad y es un interesante ejemplo para comenzar el estudio de la biodiversidad trabajando con un tema controversial.

Los zoológicos son instituciones con una larga historia. El primero conocido fue el parque que un emperador chino mandó construir, hace unos 3.000 años, en el que se exhibían animales en cautiverio.

Este espíritu “coleccionista” se fue modificando con el tiempo y, en la actualidad, muchos zoológicos se proponen como espacios educativos y como centros de investigación.

Entre otras modificaciones que se observan en los zoológicos actuales se cuentan la de los recintos en los que viven los animales, más amplios y preparados con características similares al entorno natural.

Otra característica a destacar es la información que se prepara para los visitantes, adecuada para cumplir con una función educativa. Suele figurar, por ejemplo, el nombre científico de la especie, junto con el nombre común; la ubicación del organismo en la clasificación biológica; las características de su hábitat; la alimentación; algunos detalles relevantes de su comportamiento; su distribución geográfica y si la especie se encuentra amenazada o en peligro de extinción.

En algunos, como en el Zoológico de la Ciudad de Buenos Aires, funcionan centros de investigación, que trabajan con el cóndor andino y el aguará guazú, entre otros varios proyectos de conservación de especies.

A pesar de todos estos cambios, la polémica en torno a los zoológicos sigue en pie y muchas personas se preguntan si es necesaria su existencia, pues alegan que estas transformaciones se han producido en muy pocas instituciones mientras otras continúan funcionando en condiciones de absoluto maltrato y descuido con las especies exhibidas.

Además, son muchas las voces –entre las que se cuentan también las de muchos investigadores– que sostienen que el ser humano no tiene derecho a privar a los animales de su libertad.

Se calcula que en la actualidad existen alrededor de 500 zoológicos en el mundo y que en ellos habitan unos 500.000 animales.

### Propuesta de organización para una visita al zoológico

Una visita al zoológico puede integrar el estudio con el entretenimiento.

En esta salida se puede llevar a cabo un interesante trabajo de observación, que puede luego ser plasmado en una diversidad de textos, como informes y resúmenes, acompañados con el empleo de gráficos y tablas. También se puede trabajar con el texto argumentativo mediante consignas que promuevan que los alumnos expongan su punto de vista en relación con la existencia de los zoológicos.

### Una lectura previa

La noticia que sigue puede ser un interesante disparador para abordar las cuestiones a trabajar durante la visita y para mostrar un ejemplo de la preocupación entre los especialistas del área acerca de la función de los zoológicos como institución.

### Especialistas de todo el mundo se reunieron en Buenos Aires

*Aunque los especialistas afirman que no existe ningún zoológico perfecto, en los últimos años comenzó a cambiar la idea conservacionista que hasta ahora mantuvo a los animales detrás de las rejas. Los zoológicos del futuro abrirán sus puertas para que el ser humano ingrese en el hábitat donde naturalmente interactúan las distintas especies.*

*"El objetivo de los zoológicos modernos es sumergir a los visitantes en el ambiente animal, y que las áreas de exhibición ya no contengan una sola especie, sino todo el ecosistema en el que se mueve la vida silvestre. Esto difiere de la costumbre de regirse por la clasificación animal (primates, carnívoros y reptiles, entre otros). La visión para el futuro es enseñar cómo vive cada especie para poder preservar su ecosistema", explicó el veterinario Alberto Mendoza, coordinador del Programa de Conservación en América latina del Zoológico de Houston, en Estados Unidos, de visita en nuestro país para participar del XIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Parques Zoológicos y Acuáticos, en donde se habló del futuro de esos espacios en la región y la puesta en marcha de una Estrategia Mundial de Zoológicos.*

*Se estima que cada año una de cada diez personas en el mundo visita estos parques. "Los zoológicos son la única organización de tipo conservacionista que logra tener contacto directo con el 10% de la población mundial –destacó el licenciado Walther Zúñiga, asesor del Zoológico de Cali, Colombia–. Esto es una enorme oportunidad de promover actitudes más sensibles hacia el cuidado del planeta."*

*Ambos especialistas coincidieron en un atractivo escenario futuro: parques alejados del centro de la ciudad, nada de jaulas, espacios de exhibición que reconstruyan el hábitat de los animales y su interacción con el entorno. Para llegar a esto, el camino incluye distintas medidas que se deben tomar. Una de ellas es mejorar las condiciones de bienestar de los animales con mejores tecnologías y estrategias de manejo para favorecer las condiciones de cautiverio de los animales. "Si tomamos la salud, por ejemplo, se deben poner en práctica medidas para reducir al máximo el estrés que pueden sufrir", puntualizó Zúñiga.*

*Otra medida incluye los programas de comportamiento animal que permitan que los animales se muestren activos y mantengan sus costumbres lejos de la vida silvestre. "En América latina, uno de los problemas de la biodiversidad es el crecimiento de las ciudades, en las que se instala gran cantidad de los zoológicos –agregó Zúñiga–. El desafío a futuro es lograr que la población conozca cómo se comportan los animales en su entorno y cambie la forma de entender al zoológico."*

*Para el doctor Mendoza, lo más importante para el zoológico o el acuario dejará de ser la competencia por exhibir la mejor colección, sino por hacer el mejor trabajo de conservación y educación a la población.*

*"El concepto de la conservación que debe ir mucho más allá que las consideraciones puramente biológicas, por lo que ya se está volviendo más un problema de las ciencias sociales –reflexionó Zúñiga–. Las especies están en peligro porque los seres humanos hacen cosas que las ponen en peligro."*

### ¿Públicos o privados?

*Los especialistas que participaron en el encuentro coincidieron en que la experiencia demuestra que los zoológicos mejoran su funcionamiento cuando cuentan con una gestión no pública y se pronunciaron a favor de la gestión de asociaciones no lucrativas, a través de un patronato o una fundación.*

*"La mayoría de los zoológicos de América Latina son manejados por los municipios y los gobiernos nacionales, que es lo que detiene su avance –dijo Mendoza–. Desgraciadamente, los gobiernos tienen otras prioridades y lo último es el zoológico."*

*"Mientras no se hagan estos cambios no se podrá avanzar –agregó Mendoza–. Los zoológicos son los embajadores de la vida silvestre, para mostrar a los seres humanos cuáles son los principales problemas de la conservación."*

*Fuente: diario La Nación, 10 de mayo 2006 (adaptación).  
<http://www.eco2site.com/news/mayo-06/zoo.asp>*

### Algunos detalles para tener en cuenta

Para que los estudiantes puedan extraer de la visita la mayor y mejor información, será necesario tener algunos detalles en cuenta.

- Programar la visita con suficiente antelación.
- Consultar si el zoológico elegido cuenta con un departamento educativo que proporcione material y datos relevantes para la preparación de la visita.
- Consultar si se ofrecen talleres especiales para docentes.
- Si el zoológico posee un sitio en Internet sería importante documentarse acerca de las especies exhibidas, o realizar una visita previa.
- Consultar si se ofrece un servicio de guías, si requiere un costo extra y si es preciso reservarlo con anticipación.

### Antes de la visita

Antes de realizar la salida será necesario conversar con los alumnos acerca de algunas reglas básicas que se deberán seguir para realizar un trabajo de observación significativo. En esa conversación será importante:

- Proponer a los estudiantes las recomendaciones necesarias para que aprovechen al máximo la salida.
- Identificar los conocimientos que tienen los alumnos acerca de la institución que van a visitar y de sus características principales (por ejemplo, si cuenta con un centro de investigación que funcione en sus instalaciones, si realiza acciones de preservación de la biodiversidad).
- Indagar las dudas e intereses que tienen los chicos respecto de la visita.
- Detallar a los estudiantes los objetivos de la visita. En lo posible, elaborar una guía de observación para que todos puedan contar con el mismo tipo de información en el momento de realizar los trabajos posteriores a la visita.
- Proponer a los alumnos que, de ser posible, investiguen en los sitios de Internet de distintos zoológicos para comparar las características de estas instituciones.
- Explicar los conceptos de fauna silvestre, doméstica, nativa, exótica y endémica.
- Desarrollar los conceptos de tráfico de fauna, animales en peligro de extinción y destrucción de hábitat naturales (algunos de estos temas se trabajan en el Capítulo 3 del libro del alumno).
- Definir si el trabajo de observación y recopilación de información se hará de manera individual o en equipos.

### En el zoológico

- Recordar a los chicos que deben permanecer con el adulto acompañante asignado a cada grupo.
- Recordar a los estudiantes que deben evitar correr y gritar. El propósito de la visita es la observación de los animales y esta debe realizarse de una manera seria y responsable. El bullicio puede asustar a los animales y obligarlos a esconderse.
- Del mismo modo, recordar que no deben golpear los vidrios de acuarios y serpentarios.
- Aprovechar la visita para comentar que no se debe alimentar a los animales en cautiverio, ya que tienen dietas especiales. Un alimento inadecuado puede enfermarlos. Solo podrán alimentarlos con la comida especial que proporcione o venda el zoológico.
- Recordar a los alumnos que respeten los límites de los recintos y no introduzcan elementos o partes de su cuerpo por las rejas, ya que puede resultar muy peligroso.
- Comunicar a los guías lo que como docentes queremos que se enfatice acerca de una especie determinada. Si se va a participar de un taller, se puede llevar un cuestionario especialmente preparado para complementar el material que se ofrezca durante la visita guiada.
- Distribuir los momentos para la observación y la recopilación de información (como relevar los nombres científicos y comunes de cada espécimen, transcribir

datos clave de los letreros informativos, entre otros) a lo largo del recorrido, de modo que los estudiantes cuenten con el tiempo suficiente en cada parada para realizar ambas actividades, y puedan disfrutar de la visita.

- Recorrer el parque en su totalidad con el grupo de estudiantes que asiste por primera vez, y preparar un recorrido determinado, asignado a un tema particular, si algún grupo de alumnos ya conoce el lugar. Por ejemplo:
  - Reconocimiento de un determinado grupo de animales (mamíferos, reptiles, aves u otros).
  - Relevamiento de las formas de alimentación de los animales que hay en el zoológico.
  - Relevamiento de los hábitats de los animales que hay en el zoológico.
- Controlar que a lo largo del recorrido se cumplan los objetivos definidos para la visita.

### Después de la visita

De vuelta en la escuela será el momento de analizar, integrar y elaborar conclusiones acerca de la visita.

Antes de pasar a las propuestas de organización de la información en distintos tipos de textos será conveniente volver a instalar un encuentro de diálogo e intercambio de opiniones acerca de todo lo observado, no solo en relación con los animales sino también en cuanto a la organización del zoológico, la cantidad de personal, el estado de los recintos, las propuestas educativas, la presentación de la información, el trabajo de los guías, en caso de que se hubiese trabajado con ellos, y otros puntos que se consideren de interés.

Luego se propondrán las consignas específicas de los trabajos escritos que los alumnos deberán desarrollar (informes, resúmenes, carteleras, entre otros).

La experiencia llevada a cabo por los chicos podrá ser aprovechada para la producción de textos argumentativos, ya que muchas de las observaciones realizadas motivarán en los alumnos las ganas de exponer sus propias ideas acerca de los zoológicos y su función, o de las características que estas instituciones deberían poseer, relacionando sus ideas con la realidad observada.

### Otros ámbitos para observar

Una actividad similar a la propuesta para el zoológico puede realizarse en otros ámbitos, como jardines botánicos, grandes viveros, museos, acuarios o granjas educativas, elección que dependerá de las posibilidades que puedan encontrarse en cada localidad.

Sin importar de qué clase de organismos se trate (silvestres, domésticos, cultivados), el trabajo dependerá de la guía del docente y los objetivos que este se proponga, ya que el concepto de biodiversidad puede encararse desde ángulos muy diferentes.

La posibilidad de observación *in situ* de la variedad de formas de vida existentes, por más que se trate solo de una pequeña muestra, sumada a la investigación de fuentes documentales puede ser de gran interés y motivación para los chicos, a fin de generar consenso para trabajar con los temas de los siguientes capítulos del libro del alumno.

En estas primeras exploraciones ya surgirán muchas preguntas que se irán develando a medida que se desarrollen los siguientes temas, pero que mantendrán activo el interés en la continuidad de la lectura y en las futuras propuestas de trabajo.

## Aportes para el trabajo con el capítulo 1

En este capítulo del libro del alumno decidimos abordar un recorrido histórico por diversas visiones acerca de la biodiversidad, generadas en distintas épocas y marcos sociales y culturales, y atendiendo a cómo estos se relacionan con los paradigmas dominantes.

En el libro del alumno hemos seleccionado algunos hitos clave para desarrollar la historia del pensamiento científico acerca de la biodiversidad:

- 1. Criterios para ordenar la biodiversidad.** Se introduce, de manera sencilla, una explicación de cuáles son los criterios y la necesidad en Biología de establecer formas de ordenamiento de la biodiversidad y cómo estas se relacionan con visiones e ideologías imperantes en cada momento histórico.
- 2. La clasificación aristotélica.** Se presenta una breve reseña de los aportes de Aristóteles a diferentes ámbitos del pensamiento humano y la importancia que tuvo su clasificación de los seres vivos, en particular la de los animales, durante siglos en el pensamiento occidental.
- 3. La edad Media y el Renacimiento.** Los bestiarios. Se plantea en forma somera como decreció el interés en el estudio de los seres vivos en esta época, en favor del desarrollo de otras disciplinas, como la Física, y se hace alusión a los bestiarios, libros ilustrados en los que se describían plantas, animales y rocas.
- 4. La biología moderna.** El microscopio y los estudios embriológicos. Se describen algunos puntos clave que transformaron las ideas sobre la vida en esta época, entre ellos la aparición del microscopio como herramienta de estudio y el fuerte desarrollo de los estudios embriológicos, que permitieron comenzar a establecer algunas relaciones de parentesco entre distintos grupos de seres vivos.
- 5. La clasificación de Linneo.** El sistema de nomenclatura binomial. Se explica sintéticamente la propuesta de Linneo de un sistema de clasificación de los organismos con categorías jerárquicas, dentro de las cuales las distintas formas de vida se agrupaban de acuerdo con sus semejanzas. También se explica, de manera sencilla, el sistema de nomenclatura binomial, para la identificación de especies.
- 6. La clasificación biológica en el siglo XX.** Reinos y dominios. Encara la transformación del sistema de clasificación biológica a partir de los nuevos datos obtenidos por los investigadores y la creación de un modelo con cinco reinos, y su transformación en la actual propuesta de clasificación en dominios.

Este capítulo tiene un desarrollo fundamentalmente teórico. Para trabajarlo, existen muchos conceptos interesantes que se pueden proponer y debatir en clase. Nos interesó acercar material sobre la Historia Natural, como predecesora de muchas de las disciplinas que hoy encaran desde algún aspecto el estudio de la biodiversidad, y acerca de la Biogeografía, una disciplina estrechamente vinculada con el desarrollo histórico de la visión científica sobre la biodiversidad.

A continuación, proponemos algunos textos que pueden resultar útiles para ampliar los contenidos desarrollados en el libro del alumno, para generar nuevas propuestas de trabajo o para ayudar a los alumnos a orientarse en la búsqueda de información que se propone en varias de las actividades sugeridas.

### El legado de la Historia Natural

En la historia humana hay pocas cosas tan inmediatas y, al mismo tiempo, tan difíciles de comprender como la idea de naturaleza, resultado de su enorme diversidad y complejidad. La Biología debe su actual desarrollo a los trabajos realizados dentro del marco de la Historia Natural, dedicada a describir y, más tarde, a comprender la naturaleza.

La Historia Natural, con Charles Darwin como uno de sus representantes por excelencia, surgió como disciplina en el siglo XVIII y tuvo su mayor desarrollo en la segunda mitad del XIX. Los investigadores que se dedicaban al estudio de esta disciplina se denominaban naturalistas y, generalmente, dominaban ámbitos muy diversos del conocimiento. Esta característica influyó, con el tiempo, en un aumento de la especialización y en el surgimiento de varias disciplinas actuales, entre otras, la Biología, la Ecología, la Evolución, la Etología y la Biogeografía moderna. Cada una de ellas ha recortado e independizado sus objetos de estudio y también sus metodologías.

Hoy el término naturalista ya no identifica a ninguno de los investigadores que trabajan en las nuevas disciplinas derivadas, pero caracterizaba a todos los investigadores y científicos anteriores al nacimiento de la Biología con estatus de ciencia, que puede establecerse a partir de la publicación del trabajo de Darwin y Wallace sobre el origen de las especies.

Expediciones del estilo del viaje de Charles Darwin en el Beagle ya no existen, no al menos en esas condiciones. Los naturalistas a menudo viajaban en barcos de exploración europeos y se esperaba que colectaran e identificaran recursos naturales para su explotación económica. Cuando a bordo no había un naturalista formado en la universidad era uno de los oficiales del barco el que cumplía su papel, por ejemplo, el médico. Se tomaban muestras de ejemplares de plantas, animales, rocas y, en algunos casos seres humanos, como es el caso

de los tres aborígenes fueguinos que el capitán Robert Fitz Roy había subido a bordo en el viaje previo del Beagle<sup>3</sup>.

Las actuales disciplinas derivadas de la Historia Natural buscan generar información orientada a la prueba de hipótesis, como propone Fabián Jaksic<sup>4</sup>.

Para este investigador, la Historia Natural ha desaparecido *per se* pero las disciplinas derivadas han dado origen a una nueva, que reúne el requisito de ser suficientemente general y, a la vez, integradora: la Biología de la Conservación. En ella confluyen científicos y trabajos provenientes no solo de la Ecología, la Evolución, la Etología, la Biología y la Biogeografía, sino también de la Genética y la Sistemática.

La Biología de la Conservación sería, entonces, la sucesora de la Historia Natural, pero en lugar de ser esencialmente descriptiva como esta última, emplea, como las disciplinas actuales, herramientas de análisis hipotético-deductivas, dentro de un marco conceptual más riguroso. Sin embargo, en beneficio del trabajo de conjunto, rescata la visión integradora del naturalista.

### La Biogeografía y el estudio de la diversidad

La Biogeografía es una disciplina que estudia la distribución de los seres vivos en la Tierra, los procesos que la han originado y que la modifican. Es una ciencia interdisciplinaria en la que intervienen aportes e investigaciones de la Biología, la Ecología, la Evolución, la Geografía, la Climatología y la Geología, debido a que la distribución de los seres vivos es tanto resultado de la evolución biológica y los fenómenos de especiación, como de la evolución del clima global y regional y de la evolución de la distribución de tierras y mares ocasionada por los fenómenos de orogénesis y tectonismo.

La Biogeografía, entonces, analiza y trata de determinar los factores que causan la distribución de los organismos vivos en la dimensión espacial y temporal.

Esta disciplina se suele dividir en dos especialidades, una histórica y una ecológica. Mientras que la Biogeografía histórica enfoca la dimensión temporal y analiza la distribución de los organismos de forma diacrónica, la ecológica estudia la distribución espacial de manera sincrónica. Sin embargo, en muchos aspectos, estas dos ramas se complementan e interactúan.

<sup>3</sup> Sugerimos trabajar estos temas junto con los textos que se ofrecen en *Leer y escribir. Antología* de esta colección, donde encontrarán fragmentos de los diarios de Darwin y otros viajeros, así como propuestas de actividades de lectura en *Risas, miedos y viajes e Inventores y viajeros*.

<sup>4</sup> Fabián Jaksic es profesor titular del Departamento de Ecología de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Obtuvo su Ph.D. en Zoología en la University of California-Berkeley en 1982, y el Certified Senior Ecologist en 1988. Se especializa en ecología de comunidades y en especies invasoras.

### Influencias religiosas y filosóficas en la Biogeografía

La idea de un centro de creación de las especies y su dispersión al resto del planeta fue central, durante muchos siglos, para el análisis de la biodiversidad y la distribución de los seres vivos. Esta idea provenía del pensamiento religioso y filosófico.

El cambio en el enfoque de los estudios biogeográficos comenzó recién en la segunda mitad del siglo XIX, con la propuesta de la vicarianza<sup>5</sup> de Wallace, junto con la teoría del origen de las especies de Darwin y el mismo Wallace. El concepto de evolución no solo transformó el paradigma de la Biología sino que transformó a la Biogeografía como ciencia, y redujo considerablemente la importancia de la idea del centro de dispersión. A esto se sumará, en el siglo XX, la teoría de la tectónica de placas y el análisis filogenético.

Nelson Papavero y Dante Martins Teixeira proponen en su artículo *Los viajeros y la biogeografía*<sup>6</sup> cómo la idea biogeográfica de la existencia de un único centro del origen y de la dispersión geográfica a partir de este, teniendo en cuenta el texto del Génesis, fue considerada sin mayores dudas por los pensadores y los filósofos naturales de la Europa cristiana, al menos hasta el siglo XVIII: más que un episodio bíblico, fue la primera teoría biogeográfica.

### El conocimiento de “nuevos mundos”

Teniendo en cuenta esta fuerte impronta religiosa y filosófica se puede entender que en sus inicios, los estudios de Biogeografía y de Historia Natural tuvieron una visión sincrónica, cuya finalidad era realizar una descripción ordenada y sistemática. Esta orientación fundamentalmente clasificatoria y descriptiva predominó en los siglos XVII y XVIII, y fruto de ella es la obra de Carl von Linné, en relación con la clasificación y nomenclatura de los organismos.

Frente a esta postura, en la segunda mitad del siglo XVIII y las primeras décadas del siglo XIX comenzó a surgir una perspectiva de estudio más dinámica de la naturaleza, en la que la clasificación era secundaria y el interés se centraba en el análisis de las gradaciones, las continuidades y las discontinuidades en la distribución geográfica de los organismos.

<sup>5</sup> Modelo de especiación por el cual una especie inicial que ocupa un territorio geográfico más o menos extenso, queda dividida en dos poblaciones por causas de tipo geológico o climático, y da como resultado dos grupos aislados que continúan su evolución separadamente.

<sup>6</sup> Nelson Papavero es profesor visitante del Museo Paranense Emílio Goeldi y profesor colaborador del Museo Nacional de la Universidad Federal de Río de Janeiro. Dante Martins Teixeira desarrolla su trabajo en el Museo Nacional de la Universidad Federal de Río de Janeiro. [www.scielo.br/scielo](http://www.scielo.br/scielo). Publicación: *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, vol.8, suppl. Rio de Janeiro 2001.

A esta transformación del pensamiento de la ciencia occidental y europea contribuyó enormemente el avance de la economía mercantil, que incrementó la búsqueda de materias primas e impulsó los viajes de exploración y los grandes descubrimientos geográficos. En estos viajes la observación, el registro y la recolección de una enorme cantidad de información y muestras de todo tipo permitieron un increíble avance en la investigación biogeográfica y el desarrollo de nuevas teorías. Así, el avance de los estudios naturalistas creció en estrecha relación con el desarrollo de la sociedad europea colonialista y la demanda del conocimiento de la naturaleza generó una valoración social de la ciencia<sup>7</sup>.

En este momento histórico tienen lugar los trabajos de Lamarck, interesado en las relaciones que establecen entre sí los seres vivos y en el estudio de su organización interna. Para este investigador ya comenzaba a plantearse la dificultad para identificar especies, en relación con los cambios en el ambiente y, según su propuesta, la adquisición de modificaciones que se transmitían a la descendencia. Todas estas transformaciones en el pensamiento ofrecieron un espacio propicio al desarrollo de la teoría evolucionista de Darwin.

### Para trabajar en clase I

El desarrollo informativo anterior se puede trabajar asociado a la actividad de la sección "Reflexiones", de la página 21 del libro del alumno.

### Relaciones e influencias entre construcción de conocimiento científico y sociedad

La teoría evolutiva de Darwin ofrece un claro ejemplo de los complejos vínculos que se generan entre el mundo sociocultural y el mundo natural. A continuación se transcribe un texto que analiza estos vínculos.

*Los ecólogos formulan sus teorías científicas bajo la influencia de valores éticos. A su vez, los filósofos ambientales valoran la naturaleza sobre la base de teorías científicas. [...]*

*Suponer que estas nociones darwinianas, derivadas de un visión de mundo moderno-liberal, son hechos naturales, constituye una interpretación errónea que representa un serio impedimento a nuestra intención de transformar nuestra relación con el mundo natural para superar la crisis ambiental. Para lograr una transformación radical en la ética ambiental,*

*requerimos una visión diferente de la naturaleza. Explicitando las interrelaciones entre ciencias evolutivas-ecológicas y la ética ambiental ganamos flexibilidad para entender, respetar e inventar diferentes puntos de vista éticos y científicos. Podemos discutir también acerca de la consistencia entre determinadas teorías científicas y valores ambientales deseados. Podemos recuperar, por tanto, el vínculo entre teoría y praxis, entre los modos de conocer y habitar en el mundo natural, enriqueciendo y reforzando así mutuamente la ética ambiental y la ciencia ecológica en una continua relación dialéctica y dinámica. [...]*

*Una teoría científica puede inspirar éticas diversas. Además, junto con las influencias sociológicas, la observación y experimentación con el mundo natural dan forma decisiva a las teorías científicas. [...]*

*Con respecto a la epistemología, este análisis manifiesta cómo la teoría de Darwin conlleva valores de la sociedad en que fue concebida. Aún más, la teoría darwiniana podría interpretarse como funcional para los objetivos de una sociedad particular. Por ejemplo, cuando Darwin escribe que: "Si para una planta resulta beneficioso que sus semillas se dispersen por el viento más y más ampliamente, no veo mayor dificultad para que esto ocurra a través de la selección natural, que aquella que tiene un productor de algodón que incrementa y mejora por selección artificial la caída de las vainas de sus árboles" (Darwin, 1859, p. 86). Podríamos ver en esta analogía de Darwin una imagen que naturaliza la producción económica. [...]*

*En un sentido amplio, el análisis desarrollado aquí podría ser válido para otras teorías ecológicas: la evolución es sólo un caso particular. [...]*

*Un análisis sistemático de la consonancia entre las teorías científicas y los proyectos sociales deseados podría constituir una aproximación valiosa para enfrentar la actual crisis ambiental. Proveería una guía para la reflexión acerca de cómo deseamos vivir y habitar el mundo natural, que permitiría ir más allá de una perspectiva "resolvedora de problemas" que intenta superar la crisis actual como un mero problema de sobrevivencia. El paradigma dominante es brutalmente económico e instrumental. Al relacionar las teorías y explicaciones científicas con contextos y proyectos culturales particulares, estamos mejor preparados para comprender y respetar la diversidad de culturas occidentales y no-occidentales, y evitar el efecto homogeneizante de una objetividad económica-científica-tecnocrática. [...]*

*Las teorías científicas y las cosmovisiones no constituyen estructuras puramente cognitivas, sino que proveen guiones para nuestras acciones e historias de vida. Se abre así la preciosa oportunidad para crear nuestros propios modos –teóricos y prácticos– de relacionarnos con el mundo natural. La ética ambiental no es un mero aditamento externo con el cual*

<sup>7</sup> www.utp.edu.co. Aportes de Mutis y Humboldt a la educación ambiental, Morelia Pabón Patiño, Revista de Ciencias Humanas, N° 28, Colombia, 2001.

las ciencias ecológicas deban ser revestidas, sino una herramienta aplicada para confrontar la crisis ambiental. [...]

Adaptado de <http://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen2/numero4>. Ricardo Roíz y Francisca Massardo<sup>8</sup>, La Teoría Darwiniana de la Evolución: un caso paradigmático para las interrelaciones entre ética y ciencia, 1999.

### Para trabajar en clase II

Se puede introducir a los alumnos en el reconocimiento de la biodiversidad de la que forman parte y en el problema de cómo clasificarla mediante la siguiente secuencia de actividades.

#### Primera parte

- Comenzar a trabajar con la actividad “Un intento de clasificación” de la página 30 del libro del alumno (sección Integración).

#### Segunda parte

- Mediante una salida de campo o una investigación bibliográfica, realizar con los estudiantes un relevamiento lo más exhaustivo posible de los organismos más representativos de la zona aledaña al centro escolar, o de la localidad en la que este se encuentra. La idea de esta actividad no es recolectar muestras de organismos, sino realizar un registro mediante descripciones, dibujos y, si es posible, fotografías.
- Es importante, tanto si se realiza una salida de campo como si se investiga material teórico, realizar una descripción detallada de los ambientes que se visiten o se elijan para su estudio.
- Una vez registrados los organismos característicos del ambiente elegido, los alumnos pueden dividirse en grupos e intentar clasificarlos.
- En una primera instancia, se puede pedir a los estudiantes que establezcan sus propios criterios de clasificación: el tamaño, el lugar en el que viven, la movilidad, el tipo de nutrición, las características de la reproducción, entre otras que puedan sugerir.
- Luego de que los grupos hayan trabajado durante algún tiempo se les puede plantear observaciones como las siguientes para que analicen críticamente sus elecciones: *¿Consideran adecuadas las características elegi-*

<sup>8</sup> Francisca Massardo es etnobotánica e ingeniera agrónoma. Se dedica a la investigación en fisiología vegetal, conservación y uso sustentable de la flora nativa. Ricardo Roíz es ecólogo y filósofo. Desarrolla trabajos en las áreas de filosofía, ética y educación ambiental.

das?, ¿Estuvieron todos de acuerdo en su elección? ¿Esa característica permite clasificar a un organismo del mismo modo en cualquier momento de su desarrollo? La idea de esta orientación es que los alumnos reconozcan que los criterios de clasificación imprecisos no son útiles y tampoco lo es un sistema que no se establezca con consenso.

- Finalmente, se solicitará a los estudiantes que comparen su clasificación con la establecida de acuerdo con los criterios determinados por los biólogos.
- El cierre del trabajo debe enfocarse en la idea de que al establecer criterios de clasificación, la idea es encontrar un lugar y solo uno para cada organismo dentro del sistema de ordenación.

#### Tercera parte

- Finalizar la secuencia con la actividad de la sección “Reflexiones” que se propone en la página 29 del libro del alumno.

### Para trabajar en clase III

En la página siguiente reproducimos un texto que puede fotocopiar para trabajar con los alumnos.

- Luego de leer el texto, se puede proponer un debate, orientándolo con preguntas tales como:
  - ¿Qué factores pueden haber influido para que Linneo se aferrara a sus “viejas ideas” acerca de la fijeza de las especies?
  - ¿Qué diferencias existen entre los marcos teóricos con los que se manejaba Linneo y los que sustentan el trabajo de los investigadores que han propuesto la nueva clasificación en dominios?
  - ¿Qué transformaciones han ocurrido en el ámbito disciplinar de la Biología? (Relacionar esta pregunta con la aparición de la teoría de la evolución y la consolidación de la Biología como ciencia.)
- Para ordenarlo, podemos llevar a la clase la idea de que los científicos muchas veces analizan los fenómenos que estudian desde un modelo teórico establecido que se encuentra en pugna con los nuevos modelos que intentan desplazarlo. Así, los prejuicios, las convicciones ideológicas, las presiones académicas, el pensamiento político o el religioso entran en juego en la aceptación de un nuevo modelo.
- Dialogar con los alumnos acerca de la idea de ciencia como una actividad llevada a cabo por muchas personas, con diferentes formaciones académicas, sociales y culturales que enmarcan su trabajo e impiden, en ocasiones, que no se “dejen convencer” por las nuevas ideas por más que estas se encuentren documentadas y comprobadas.
- Proponer cómo las personas que no se dedican a los estudios científicos

nos parecemos a los científicos en esta actitud y, muchas veces, nos resistimos a modificar nuestras ideas intuitivas acerca de los fenómenos naturales.

*Desde el Renacimiento se habían acumulado miles de descripciones de plantas y animales de todas partes del mundo [...]*  
*Carl von Linneo (1707-1778), desde Suecia, fue probablemente el más exitoso de los tantos que intentaron poner orden en el caos de las clasificaciones. Mediante viajes propios y armando colecciones con los ejemplares que sus discípulos le enviaban de todo el mundo, armó un sistema botánico: su Sistema Naturae [Sistema natural] que apareció en 1735 con 12 páginas, cuando llegó a su 13ª edición, treinta años más tarde, tenía ya 1.500; para entonces Linneo era ya el princeps botanicorum [príncipe de la botánica]. Basándose en un rasgo específico, los órganos reproductores de las plantas, dividió el reino vegetal en 24 clases, a su vez divididas en órdenes, géneros y especies con nombres según el sistema binomial (que ya había sido propuesto, pero que Linneo generalizó) [...] que se usa hasta hoy. Pero además, definió la unidad de análisis de toda la creación: la especie, fija e inmutable y tal como había sido al principio del mundo por un acto divino: "Hay tantas especies cuantas formas diversas fueron al principio creadas".*  
*Su influencia fue enorme; no solo sus discípulos, sino prácticamente todos los botánicos del siglo de la ilustración le rindieron homenaje. La especie en tanto unidad de análisis y descripción, y la fijeza de la especie a través del tiempo se constituyeron en el paradigma de la historia natural. [...]*  
*La línea transformista –la doctrina de que las especies no son fijas sino que pueden variar– puede remontarse a la antigüedad (Grecia, siglo VII a.C.) [...] El transformismo encajaba con los tiempos que corrían –el mismo término evolución ya había sido acuñado por Albrecht von Haller (1708-1777) para su teoría embriológica–: el imaginario europeo se embarcaba en la doctrina del progreso y las ideas de cambio prevalecían sobre las de permanencia, duración y eternidad. [...]*  
*Aunque nadie lo sabía todavía, la doctrina de la fijeza de las especies había entrado en una fase terminal [...] El mismo Linneo no pudo obviar la evidencia concreta y directa de que existían especies nuevas hechas por la mano del hombre mediante la hibridación y en sus últimos años sugirió que si bien las especies podían fluctuar efímeramente, los géneros serían eternos y fiel reflejo de pensamientos fijos en la mente de Dios. Pero, por su lado, las ideas transformistas eran intuiciones oscuras, pasos a tientas, ensoñaciones manifiestas, casi cuestión de creencia y opinión. Se percibía la necesidad de una reforma. [...]*

*Leonardo Moledo y Esteban Magnani, Diez teorías que conmovieron al mundo, Buenos Aires, Claves para Todos, Capital Intelectual, 2006 (fragmento adaptado).*

## Aportes para el trabajo con el capítulo 2

En el capítulo 2 del libro del alumno nos centramos en la relación que existe entre los organismos y las diferentes formas en que obtienen materia y energía del ambiente, que constituyen una de las principales causas de la biodiversidad.

Los distintos puntos que se desarrollan son:

- 1. Los seres vivos como sistemas abiertos.** Los sistemas vivos son autónomos, abiertos, y mantienen su propia organización debido a los intercambios que realizan con el entorno. Sin este intercambio constante, no pueden conservar su organización.
- 2. Obtención de materia y energía.** No todos los seres vivos intercambian materia y energía de la misma forma. Aquí se desarrollan las dos formas básicas de intercambio en la nutrición: autótrofa y heterótrofa.
- 3. Ciclo de la materia y flujo de la energía.** Se plantea la diferencia entre la circulación de la materia y de la energía en el ecosistema. La energía se pierde en parte como calor al ambiente y ya no puede recuperarse, es un flujo y se requiere un ingreso permanente a partir de una fuente externa (el Sol). La materia, a diferencia de la energía, describe un ciclo y pasa de los elementos inanimados del ecosistema a los seres vivos y desde ellos vuelve a formar otra vez parte del medio físico.
- 4. Las relaciones alimentarias.** Se describen las relaciones alimentarias que se establecen entre organismos autótrofos y heterótrofos y un modelo que se utiliza para analizarlas: la cadena alimentaria. Además, se explica cómo en el ecosistema estas cadenas no existen en forma aislada sino que se encuentran interconectadas con otras, formando las redes alimentarias.
- 5. Biodiversidad y alimentación.** Se plantea que los ecosistemas son sistemas dinámicos en los cuales la biodiversidad es fundamental: de la cantidad de especies que conforme una comunidad dependerá la complejidad del sistema y las interacciones que se establezcan en él. Se trabajan como ejemplo dos ecosistemas particularmente diferentes: el desierto y el litoral marino.

**Para profundizar: las pirámides alimentarias**

En general, aproximadamente el 10% de la energía transferida en cada nivel trófico es almacenada en el tejido corporal; del 90% restante, una parte es empleada en el metabolismo del organismo y el resto se pierde.

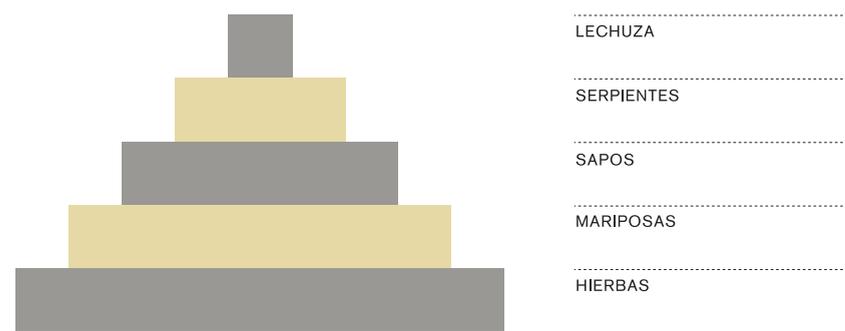
El flujo de energía que ocurre a través de cada nivel trófico puede ser representado con una pirámide.

El esquema se construye empleando, como convención, rectángulos distribuidos en niveles superpuestos (que representan los niveles tróficos): los productores se colocan en la base y, sucesivamente, los distintos niveles de consumidores.

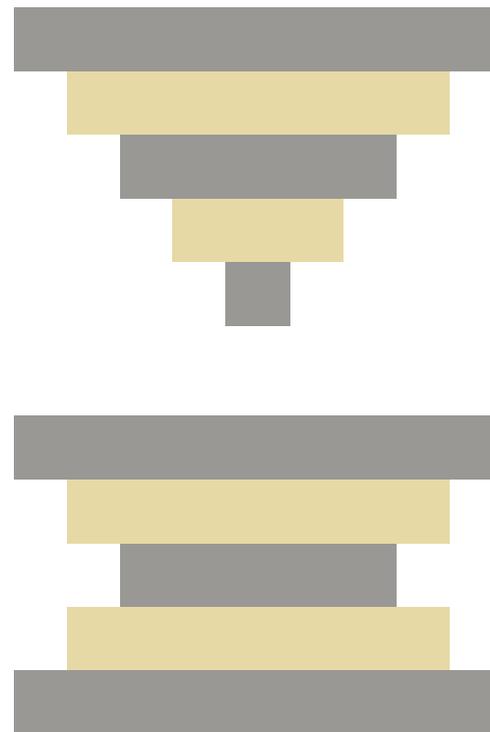
De acuerdo con el parámetro que se tenga en cuenta para la construcción de la pirámide, se pueden obtener pirámides numéricas, de biomasa o de energía.

- En las pirámides numéricas, cada rectángulo empleado representa el número de individuos por unidad de superficie o de volumen que componen cada nivel trófico.
- En pirámides de biomasa se representa el peso seco de la materia viva correspondiente a cada nivel trófico. La masa total de los organismos de cada nivel se mide en gramos o kilogramos de todos los individuos.
- En las pirámides de energía se representa la energía en kilocalorías por metro cuadrado que se produce al quemar la materia orgánica de cada nivel por unidad de tiempo.

En las comunidades terrestres, las pirámides suelen adoptar esta forma:



Sin embargo, de acuerdo con las características de la comunidad en estudio y el parámetro que se tenga en cuenta, las pirámides pueden adoptar diferentes formas:



**Para trabajar en clase I**

Les proponemos algunas consignas para ampliar el trabajo con los contenidos de los apartados “Materia y energía en los ecosistemas” y “Las relaciones alimentarias”, en las páginas 36 y 37 respectivamente.

- Comenzar con las actividades de reflexión propuestas en las páginas 37 y 39.
- Luego, proponer la resolución individual o grupal de las siguientes consignas.
  - Solicitar a los alumnos que escriban el nombre de tres organismos que ocupen el primer nivel trófico, dos que ocupen el segundo nivel y uno que ocupe el tercero. Luego, podemos proponer que comparen estas cantidades con lo que creen que ocurrirá en la naturaleza. ¿Será igual?, ¿será diferente? ¿Por qué? La idea es que reflexionen acerca de la existencia de un menor número de individuos de las distintas especies que conforman la cadena a medida que ascendemos en los niveles tróficos, para mantener el equilibrio en la comunidad. Desde aquí, se puede introducir el concepto de pirámide alimentaria.
  - Proponer el siguiente problema: una planta X convierte en materia orgánica el 10% de la energía luminosa que recibe del Sol; un animal que la consume almacena en su cuerpo el 10% de esa energía. Si partimos de 10.000 kilocalorías de energía luminosa que recibe la planta X, ¿de cuánta energía dispondrá un ser humano si:
    - se alimenta de la planta?
    - come la carne del animal?
    - come la carne de un segundo animal que se alimentó del primero?

**Para trabajar en clase II**

Esta es otra propuesta para trabajar con los conceptos de cadena alimentaria y red alimentaria.

Para realizar esta actividad sería conveniente que se consigan previamente los siguientes elementos: fotos de organismos diversos que pertenezcan a una misma comunidad, cartulinas, adhesivo plástico, tijeras, libros, revistas de divulgación, material bibliográfico general de consulta.

- Emplear las fotos para elaborar primero cadenas y con ellas, redes alimentarias. Se pueden armar sobre cartulinas o trabajar directamente en el pizarrón. Una opción interesante es colocar imanes en las fotos, de modo de poder reubicar los organismos con facilidad y hacer la actividad más dinámica.
- Corroborar durante el proceso que los estudiantes ubican a los organismos en el nivel de la cadena que le corresponda.
- Conectar con flechas los diferentes organismos para completar las cadenas, y luego las redes.
- Proponer un cuestionario para reforzar la comprensión de los conceptos trabajados, con preguntas como las siguientes:
  - *Los seres humanos, ¿pueden ser parte de una red alimentaria? ¿En dónde lo ubicarían?*
  - *¿Qué ocurrirá en una red si alguno de los organismos que la integra desaparece?*
  - *¿Qué nivel trófico es fundamental en una cadena alimentaria? ¿Por qué?*
  - *¿En qué se parecen y en qué se diferencian las redes alimentarias terrestres y las acuáticas? Mencionen algunos ejemplos.*
- Para completar la actividad se puede trabajar en el mismo sentido, pero con una comunidad diferente (si primero se eligió una terrestre, se puede pasar a una acuática, o viceversa).

**Aportes para el trabajo con el capítulo 3**

Uno de los principales objetivos de este libro es mostrar que la Biología no es una mera sumatoria de conocimiento e ideas acerca de la vida, sino un largo proceso de estudio, investigación y esfuerzo realizado por un sinnúmero de personas, en diversas épocas y en distintos lugares del mundo.

Sin dejar de lado las implicancias políticas y económicas que las aplicaciones tecnológicas de los conocimientos científicos tienen en la actualidad sobre las líneas de investigación en todo el mundo, es importante que los estudiantes diferencien la actividad propia del quehacer científico de los usos que distintos sectores de la sociedad realizan con los frutos de esa investigación.

En el capítulo 3 del libro del alumno nos centramos en el tema de la preservación de la biodiversidad. Quisimos ejemplificar cómo las distintas visiones acerca de la vida, tanto de los investigadores como de los distintos sectores de la sociedad, influyen en las decisiones que se toman en el relación con el ambiente y lo afectan de maneras muy diversas, tanto positivas como negativas.

Los temas que se desarrollan son los siguientes:

- 1. ¿Por qué preservar?** Se propone como introducción un breve análisis de los cambios que las actividades humanas han producido y producen en el ambiente y como alteran de las relaciones entre los seres humanos y los ecosistemas en los que viven.
- 2. Desaparición e introducción de especies.** Se desarrollan dos ejemplos de cambios en la biodiversidad: la desaparición de una o más especies y cómo su pérdida transforma las relaciones previas existentes entre los organismos que integran ese ecosistema, y la introducción intencional o accidental de nuevos organismos.
- 3. Especies en peligro en nuestro país y en el mundo.** Se desarrollan dos ejemplos de especies en peligro: uno específico de nuestro país y otro que afecta a especies en distintas partes del mundo.
- 4. Acciones de preservación.** Se describen dos ejemplos de acciones de preservación, en nuestro país y en Australia, en las cuales el trabajo conjunto de diversas organizaciones sociales y centros de investigación promueven soluciones a las transformaciones generadas en distintos ecosistemas.
- 5. La carta de la Tierra.** En el apartado final de actividades se presentan, en forma resumida, los principios y objetivos de la Carta de la Tierra, una iniciativa

internacional que combina de forma colaborativa los aportes realizados a lo largo de varios años por organizaciones no gubernamentales, grupos comunitarios, sociedades profesionales y expertos internacionales en distintos campos del conocimiento.

### Ecología y ecologismo

En las últimas décadas hay un uso extendido de sentido común del término *ecología* que dista del concepto disciplinar y, muchas veces, se emplea sin conocer realmente su pertinencia en el discurso. Por otra parte, también se emplea la palabra ecologismo sin saber, quizá cuáles son sus verdaderas implicancias.

Aquí trataremos de delimitar los significados de ambos términos.

- La Ecología es una disciplina que surgió como una rama de la Biología y en la actualidad, debido a su gran desarrollo, se ha convertido en una disciplina autónoma, tanto que algunos especialistas debaten si no es más abarcadora que la misma Biología. Su objeto de estudio son las relaciones que se establecen entre los organismos entre sí y con su ambiente.
- El ecologismo es una visión político-ideológica de la sociedad que se fundamenta en principios y conocimientos provenientes de la Ecología. Es una forma de comprender el mundo que toma en cuenta las relaciones del ser humano con su ambiente y propone y promueve una transformación en el accionar humano en el contacto con su entorno.

Podemos, entonces, diferenciar las esferas de acción de un ecólogo y un ecologista. Mientras que un ecólogo es un investigador que trabaja con un objeto de estudio particular y en su labor busca desarrollar conocimiento científico, un ecologista es cualquier persona preocupada por la generación de conciencia acerca de los problemas ambientales.

Los ecologistas pueden llevar adelante acciones muy importantes y transformadoras en su sociedad pero también pueden estar mal informados y provocar una mayor confusión al respecto de ciertas ideas.

Muchos ecologistas trabajan en conjunto con ecólogos que aportan una base científica a sus propuestas y, de este modo, se han obtenido importantísimas transformaciones y soluciones para problemas ambientales en diversas partes del mundo.

Algunas de ellas son las que se trabajan en el capítulo 3 del libro del alumno, como el chaco de vicuñas, en el norte de nuestro país, y la recuperación de los arrecifes de coral, en Australia.

Entonces, para evitar la desinformación que acompaña muchas veces a la buena voluntad en el campo del cuidado y la preservación del ambiente en general y, en el caso de este libro, de la biodiversidad en particular (aunque, obviamente, no podemos olvidar que en Ecología, todo trata de relaciones y cualquier acción afecta a todos los componentes del ambiente), traemos a continuación una definición de educación ambiental que puede ser importante tener presente como docentes.

*La educación ambiental nace orientada por un concepto de ambiente, del ambiente entendido como una externalidad de la economía y como todo aquello que es desconocido y negado por la racionalidad de la modernidad. La educación ambiental es una educación para comprender la complejidad del mundo actual. No es sólo una educación ecológica, ni una visión holística de las interrelaciones entre objetos. La educación ambiental llama a relacionar los procesos naturales, físicos y biológicos, y los procesos económicos, sociales y culturales como pilares del desarrollo sostenible; pero es más que eso: implica una educación sobre la complejidad del mundo generada por la intervención del conocimiento sobre el mundo y sobre la vida. La educación ambiental es la educación de una ética de la vida y de la sustentabilidad frente a la imposición de la racionalidad económica e instrumental de la modernidad.*

*La educación ambiental no es pues tan sólo la incorporación de una nueva materia en la estructura curricular. No se trata de insertar transversalmente un objeto de estudio en el sistema formal de educación; no se trata tan sólo actualizar la educación. Se trata de una educación que prepara para comprender un mundo en transformación y para que las nuevas generaciones puedan incorporarse de manera consciente y activa en la construcción de un futuro sustentable.*

*Fuente: Enrique Left, Encuentro Nacional de Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable "Diez Años para Cambiar el Mundo", Aguascalientes, 17 al 19 de mayo de 2005.<sup>9</sup>*

### Para trabajar en clase

A continuación, proponemos algunos ejemplos de temas que se pueden trabajar en clase en relación con la preservación. Los textos que citamos aquí son sugerencias para explicar un modelo de trabajo que puede extrapolarse a cualquier otra problemática ambiental que se desee investigar.

<sup>9</sup> Enrique Left es coordinador de la Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Sería interesante elegir junto con nuestros alumnos temas que los afecten directamente y generen en ellos una preocupación concreta, por ejemplo, problemáticas locales que tengan un importante impacto social.

### El hundimiento del *Prestige*

El *Prestige* era un petrolero cargado con 77.000 toneladas de combustible que se hundió en 2002 frente a las costas de España y produjo una gigantesca marea negra. Afectó una extensa zona, que abarcaba desde el norte de Portugal hasta la costa de Francia y tuvo una profunda incidencia en el litoral de Galicia.

### Recuerdo del *Prestige*

#### **Las huellas de la mayor catástrofe ecológica de España permanecen cinco años después**

*Afirma un estudio científico publicado estos días que las crías de gaviota nacidas un año y medio después de la marea negra del Prestige conservan restos de hidrocarburo en la sangre. La presencia de fuel en esas aves que no conocieron la catástrofe demuestra que la contaminación aún no ha desaparecido de la cadena alimentaria. Desde hace meses, se sabe también que los marineros que estuvieron en contacto con el chapote [petróleo o fuel] sufren daños respiratorios a largo plazo. Son apenas dos apuntes que contradicen la impresión de que las secuelas del mayor desastre ecológico de España han desaparecido después de cinco años. Es cierto que no se han cumplido las previsiones más apocalípticas, y que hoy la costa está limpia, el sector pesquero se ha recuperado y la economía gallega vive el período de crecimiento más prolongado de su historia. Pero el rastro permanece, por poco visible que resulte ahora. [...] Si el naufragio de 2002 evidenció las limitaciones de un Estado moderno para afrontar catástrofes, el tambaleante paso del proceso judicial es una muestra más de la incapacidad de la justicia española para resolver en tiempo razonable cuestiones de enorme trascendencia social, económica y política. [...] Pero el recuerdo de la tragedia también ofrece apuntes de esperanza. No hay más que recordar a los miles de personas que se movilizaron para limpiar la costa. O a los marineros que, abandonados a su suerte por un Gobierno noqueado, salvaron una de las mayores reservas marinas del planeta. Entre esos recuerdos luminosos también figura la movilización de la sociedad gallega, identificada de siempre con la resignación y la mansedumbre, que se inmunizó ante la manipulación informativa y respondió pacíficamente a la soberbia y negligencia de las autoridades.*

Fuente: diario El País, edición digital, 16 de noviembre de 2007 (adaptación).

### El problema de la pesca en el mar Argentino

El elevado incremento de la presencia de buques extranjeros en el mar Argentino está provocando, en los últimos años, la sobreexplotación de su principal recurso: la merluza hubbsi.

El 24 de marzo de 2000, un informe dado a conocer por el Instituto Nacional de Desarrollo Pesquero (INIDEP) recomendó la prohibición inmediata de la pesca de merluza durante todo ese año, pues la especie se encontraba al borde de la extinción debido a la sobrepesca. En 1999 se había registrado un exceso de capturas de 124.000 toneladas.

En la problemática pesquera se hallan dos elementos importantísimos a tener en cuenta: por un lado, el recurso pesquero que actualmente se encuentra en neta disminución; y, por el otro, la supervivencia de las personas que dependen económicamente del sector: solo en la ciudad de Mar del Plata, alrededor de 20.000 personas trabajan en actividades relacionadas con la pesca, que representa una de las más importantes industrias de la zona.

### Algunos datos sobre la merluza

- Su peso puede variar entre los 280 y los 2.700 gramos y el largo oscila entre los 30 y los 80 centímetros de longitud.
- Puede vivir unos 12 años, pero alcanza su madurez sexual recién a los 6 años.
- Posee un alto porcentaje de omega-3, un ácido graso que aumenta considerablemente el tiempo de coagulación de la sangre y disminuye la incidencia de enfermedades cardiovasculares. Nuevas investigaciones también sugieren que el consumo de omega-3 tiene efectos beneficiosos sobre el cerebro.
- Su temporada de pesca se extiende de octubre a marzo y las flotas que la capturan están constituidas por buques fresqueros y congeladores/factoría.
- Desde la década de 1970, hubbsi es la principal especie capturada en el sector pesquero. Si bien las capturas se mantuvieron por debajo de los máximos permisibles hasta 1991, desde entonces la merluza ha sido sobreexplotada y la cantidad de ejemplares pescados ha aumentado en forma peligrosa.
- A principios de 1998, la Cámara de Armadores de Pesqueros Congeladores de la Argentina (C.A.Pe.C.A.) indicó en un informe que las especies principales de la Zona Económica Exclusiva –200 millas desde la costa argentina, un área de 1.420.000 km<sup>2</sup>– estaban cerca de las capturas máximas permisibles. Ya en junio de 1996 había solicitado a las autoridades que no se otorgasen más permisos de pesca y se realizase un estricto control de las normas de conservación del recurso.

- El 9 de diciembre de 2006 el Congreso Nacional sancionó la Ley Federal de Pesca, que fija la política pesquera nacional. La Ley establece el sistema de cuotas de captura por buque y por especie, destaca el sistema de permisos y habilitaciones, prevé multas de entre 10.000 y 1 millón de pesos y el decomiso de los buques que se encuentren en infracción.
- En abril de 2007, la Subsecretaría de Pesca dispuso la prohibición de captura de ejemplares juveniles de merluza en un área de la Zona Común de Pesca entre Argentina y Uruguay, ya que según datos del INIDEP, la capacidad reproductora de la especie a descendido a menos de un 30%, que es el límite por debajo del cual comienza el peligro de extinción.

**Pesca: Habrá una drástica baja a las capturas permitidas en 2008. El Consejo Federal Pesquero reducirá entre 70.000 y 90.000 toneladas la captura permisible de merluza. Años de sobrepesca agotaron el recurso. Se espera un 2008 muy duro para las plantas en tierra.**

*Hoy, la actividad pesquera se enfrenta a la reducción de la captura máxima permisible más importante de los últimos años. Se calcula que las 340.000 toneladas de merluza hubssi permitidas este año para todos los barcos y empresas, bajarán a 250.000, o 270.000. La reducción de la captura máxima permisible, un índice que sugiere el INIDEP y que luego fija el Consejo Federal Pesquero, repercutirá directamente en el trabajo en las plantas pesqueras en tierra de la región.*

*La crisis de la merluza alcanza también al langostino y al calamar. Pero estas últimas dos son especies casi anuales, que pueden reponerse con el debido cuidado. No es así el caso de la merluza. Otro dato que preocupa, y que manejan en el Consejo Federal Pesquero, es que solo se termina comercializando el 35% de la captura. "Un 30% se desecha en la planta. Y antes, un 35% fue devuelto al mar" dijeron. Y aseguraron que esta ha sido una práctica extendida durante años.*

*La zona de veda ubicada al sur de Puerto Madryn será ampliada transitoriamente hacia el norte y hacia el sur para proteger una importante cantidad de ejemplares juveniles de merluza que hoy se concentran fuera de ella. El Consejo Federal Pesquero acaba de recomendarle a la subsecretaría de Pesca de la Nación que lo haga, por lo que la medida será instrumentada a la brevedad. Las medidas responden a las recomendaciones del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero surgidas tras una campaña de evaluación, al sur del paralelo 41°.*

*Fuente: www.nuestromar.org, Fundación Nuestro mar, 4 de noviembre de 2007 (adaptación).*

- Elegir una problemática ambiental en el ámbito local o nacional para investigar.
- Obtener información relevante, investigando en libros especializados, medios de comunicación diversos (periódicos, revistas, Internet), instituciones oficiales y organismos no gubernamentales.
- Investigar si existen programas que se ocupen de la problemática elegida.
  - Si existen, averiguar como funcionan y si se ponen en práctica.
  - En caso de que no existan, proponerlos. Tener en cuenta que los programas de trabajo deben poner en práctica acciones y propuestas concretas y debe contar con un plan de control y seguimiento.
  - Tener siempre en cuenta a todos los actores sociales que intervienen en la situación (fundamentalmente, la comunidad que habita la región y el sector productivo) y las relaciones que entre estos se establecen.
- Fundamentar, sobre la base de la investigación realizada, todas las posibles soluciones que el programa aporte, las transformaciones que se espera realizar y el impacto que puede tener en los distintos sectores involucrados. Esta parte del trabajo se puede enriquecer proponiendo que los estudiantes se dividan en grupos que defiendan distintos intereses, de modo que cada uno fundamente su postura. Finalmente, sobre la base del consenso que se obtenga del debate, se podrá establecer un programa en el que todos acuerden asumir su responsabilidad en la situación y relegar parte de sus intereses en beneficio de los intereses del conjunto.
- Elaborar diferentes propuestas para dar a conocer su programa en los medios de comunicación (radio, televisión, diarios, afiches para la vía pública, Internet).
- Generar una propuesta de campaña educativa para desarrollar en el ámbito escolar.

## Bibliografía

### Libros

- ADÚRIZ-BRAVO, A. (2005), *Una introducción a la naturaleza de la ciencia*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.
- AUDESIRK, A., AUDESIRK G. Y BYERS B. (2003), *Biología. La vida en la Tierra*, México, Pearson- Prentice Hall.
- DÍAZ, E. Y HELER, M. (1987), *El conocimiento científico*, Buenos Aires, Eudeba.
- FRIEDL, A. E. (2005), *Enseñar ciencias a los niños*, Barcelona, Gedisa.
- GHERSA, C. (2006), *Biodiversidad y ecosistemas*, Buenos Aires, Eudeba.
- HASSON, E. (2006), *Evolución y selección natural*. Buenos Aires, Eudeba.
- KECHICHIAN, G. (1997), *Educación ambiental: una propuesta para la acción en la escuela*, Buenos Aires, Santillana.
- LEVINAS, M. L. (2007), *Ciencia con creatividad*, Buenos Aires, Aique.
- MAYR, E. (2000), "Cómo explica la biología el mundo vivo", en: *Así es la biología*, México, debate SEP.
- MOLEDO, L. Y MAGNANI, E. (2006), *Diez teorías que conmovieron al mundo (I)*, Buenos Aires, Claves para Todos, Capital Intelectual.
- MUSGRAVE, T, GARDNER C. Y MUSGRAVE, W. (1998), *The plant hunters. Two hundred years of adventure and discovery around the world*, Londres, The Orion Publishing Group.
- PAPAVERO, N; MARTINS TEIXEIRA, D; LLORENTE BOUSQUETS, J. Y BUENO A. (2004), *Historia de la Biogeografía. I. El período preevolutivo*, México, Fondo de Cultura Económica.
- SAMAJA, J. (1994), *Epistemología y metodología*, Buenos Aires, Eudeba.
- VIGLIZZO, E. F. (2001), *La trampa de Malthus. Agricultura, competitividad y medio ambiente en el siglo XXI*, Buenos Aires, Eudeba.

### Revistas de divulgación

- COLECCIÓN CIENCIA HOY. [www.cienciahoj.org.ar/indice.htm](http://www.cienciahoj.org.ar/indice.htm)
- NATIONAL GEOGRAPHIC EN ESPAÑOL. <http://ngenespanol.com/www.nationalgeographic.com>
- NATURE. [www.nature.com](http://www.nature.com)
- SCIENCE. [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org)

### Ediciones digitales

- Ecología General*. Leonardo Malacalza, compilador, 2a edición virtual, 2002: [www.e-libro.net](http://www.e-libro.net)

### Sitios de internet

- |  |  |
|--|--|
| <a href="http://educar.ferengi.com.ar">http://educar.ferengi.com.ar</a>  | <a href="http://www.jujuy.gov.ar/prensa">www.jujuy.gov.ar/prensa</a>                             |
| <a href="http://www.ambiente.gov.ar/">www.ambiente.gov.ar/</a>   | <a href="http://www.misiones.gov.ar/ecologia/">www.misiones.gov.ar/ecologia/</a>                 |
| <a href="http://www.cartadelatierra.org/">www.cartadelatierra.org/</a>   | <a href="http://www.parquesnacionales.gov.ar/main.htm">www.parquesnacionales.gov.ar/main.htm</a> |
| <a href="http://www.ciencia.cl">www.ciencia.cl</a>   | <a href="http://www.scielo.br/scielo">www.scielo.br/scielo</a>                                   |
| <a href="http://www.conicet.gov.ar/diarios/2005/mayo">www.conicet.gov.ar/diarios/2005/mayo</a>   | <a href="http://www.scielo.org.ar">www.scielo.org.ar</a>   |
| <a href="http://www.fundacionazara.org.ar/Investigacion/Proyectos/Pino_parana.htm">www.fundacionazara.org.ar/Investigacion/Proyectos/Pino_parana.htm</a> | <a href="http://www.sur.iucn.org">www.sur.iucn.org</a>   |
| <a href="http://www.inidep.gov.ar">www.inidep.gov.ar</a>   | <a href="http://www.utp.edu.co">www.utp.edu.co</a>   |
|  | <a href="http://www.wikipedia.org">www.wikipedia.org</a>   |