

# PRINCIPIOS Y PRÁCTICA DE LA ENSEÑANZA DE ECOLOGÍA EN EL PATIO DE LA ESCUELA

*Natalia Arango María E. Chaves • Peter Feinsinger*



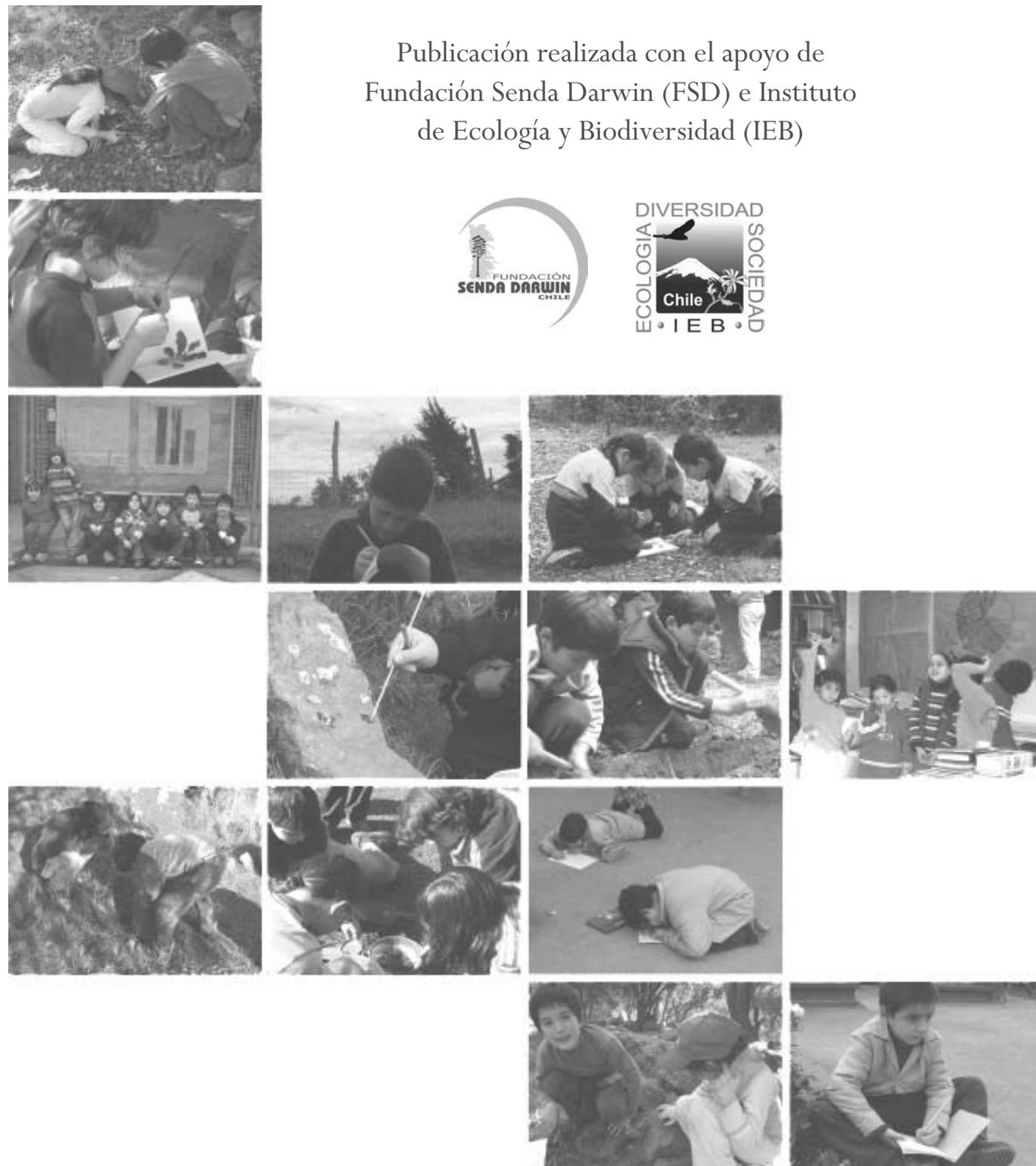
PRINCIPIOS Y PRÁCTICA DE LA ENSEÑANZA DE ECOLOGÍA EN EL PATIO DE LA ESCUELA



# PRINCIPIOS Y PRÁCTICA DE LA ENSEÑANZA DE ECOLOGÍA EN EL PATIO DE LA ESCUELA

Natalia Arango • María E. Chaves • Peter Feinsinger

Publicación realizada con el apoyo de  
Fundación Senda Darwin (FSD) e Instituto  
de Ecología y Biodiversidad (IEB)



© Natalia Arango, María E. Chaves, Peter Feinsinger. 2009. Derechos reservados. Permitida la reproducción de textos citando la fuente: Arango N., M. E. Chaves y P. Feinsinger (2009). Principios y Práctica de la Enseñanza de Ecología en el Patio de la Escuela. Instituto de Ecología y Biodiversidad - Fundación Senda Darwin, Santiago, Chile. 136 pp.

Registro de propiedad intelectual N°xxx  
ISBN:

Se imprimieron xxx ejemplares.  
Impreso en Chile

Diseño y diagramación: Pablo Aguirre Ludueña

**Para obtener copias de esta Guía, pueden dirigirse a:**

**Fundación Senda Darwin**

Universidad Católica de Chile  
Departamento de Ecología  
Alameda 340, oficina 308  
Santiago - Chile  
sendadarwin@bio.puc.cl  
www.sendadarwin.cl

**Instituto de Ecología y Biodiversidad**

Facultad de Ciencias, Universidad de Chile  
Las Palmeras 3425, Ñuñoa  
Santiago - Chile  
difusiondelaciencia@gmail.com  
www.ieb-chile.cl

## **Si miras bien**

*En el patio de tierra que hay al fondo  
de tu casa, el que tiene roto el muro,  
con su estanque redondo  
de quietas aguas, no muy hondo,  
y aquel banco de hierro antiguo y duro,*

*entre las hojas de las matas  
de guayabas y de mangos, tan oscuras,  
¿no están ocultas todas las criaturas  
salvajes, y bandidos y piratas  
y las más increíbles aventuras?*

*No es preciso ir muy lejos  
para tener con uno el vasto mundo.*

*Si miras bien, en un segundo  
acudirá al estanque, a sus reflejos,  
el abismo estrellado, el muy profundo.*

Eliseo Diego (poeta cubano)

# ÍNDICE

RESUMEN .....	6	<b>CAPÍTULO 3: TEMAS EN EL ENTORNO ESCOLAR PARA ABORDAR DESDE EL CICLO DE INDAGACIÓN .....</b>	<b>55</b>
INTRODUCCIÓN .....	7	<b>La enseñanza-aprendizaje de ecología y el ciclo de indagación ....</b>	<b>55</b>
Historia de la EEPE.....	8	<b>Los patios de escuela y sus recursos .....</b>	<b>55</b>
Objetivos de la EEPE.....	10	<b>Ejemplos de indagaciones completas sobre temas de ecología .....</b>	<b>57</b>
Los principios y prácticas de la EEPE .....	11	Indagación: Puntos de vista .....	57
Agradecimientos .....	12	Indagación: La vida dura, o, las lombrices de tierra .....	60
<b>CAPÍTULO 1: LA CURIOSIDAD Y LA OBSERVACIÓN: MOTORES QUE MUEVEN EL MUNDO .....</b>	<b>14</b>	<b>Los temas de ecología .....</b>	<b>63</b>
Nuestros sentidos .....	14	I. El ser vivo en su entorno: La variación en el espacio y el tiempo ..	64
Las preguntas .....	16	II. Interacciones entre seres vivos de distintos tipos .....	73
El método científico para todos .....	17	III. Patrones y procesos a escala del parche o paisaje como un todo .....	79
<b>CAPÍTULO 2: EL CICLO DE INDAGACIÓN, UNA HERRAMIENTA PARA CONOCER NUESTRO ENTORNO .....</b>	<b>20</b>	IV. El papel de las actividades de los seres humanos en los procesos y patrones ecológicos .....	83
<b>Los pasos del ciclo de indagación ....</b>	<b>21</b>	<b>Las ciencias sociales y el ciclo de indagación .....</b>	<b>85</b>
Primer paso: la construcción de la Pregunta del trabajo .....	21	El ámbito de la escuela y su patio .....	85
Resumen de las cuatro pautas .....	26	Más allá del terreno de la escuela: hacia el barrio o la comunidad.....	86
Breves comentarios finales sobre las cuatro pautas .....	26	<b>Ejemplos de indagaciones en las ciencias sociales .....</b>	<b>88</b>
Segundo paso: la experiencia de primera mano (Acción).....	28	Indagación: variación de las actividades durante el día.....	88
Tercer paso: Reflexión .....	46		
La presentación .....	48		
<b>¡Anímesel! ¡No tenga miedo! Anímesese a diseñar y facilitar indagaciones .....</b>	<b>48</b>		
<b>Convierta sus supuestos “fracasos” en oportunidades de aprender sin par .....</b>	<b>50</b>		
<b>No tenga miedo a decir “no sé” .....</b>	<b>52</b>		
<b>Antes de andar más allá .....</b>	<b>52</b>		

Indagación: reglas para vivir en sociedad .....	89
Indagación: plantas útiles de nuestra localidad .....	90
Indagación: los íconos de la nacionalidad.....	91

**CAPÍTULO 4: LA EEPE Y EL CICLO DE INDAGACIÓN COMO HERRAMIENTAS PEDAGÓGICO-DIDÁCTICAS PARA LA ESCUELA .....** 93

**Fundamentos de la propuesta pedagógico-didáctica .....** 94

La ética en la investigación .....	94
El equipo de trabajo en el “aprender descubriendo” .....	97
¿Es la EEPE una propuesta pedagógico-didáctica abierta o un programa? .....	97

**Clases de indagaciones .....** 98

Cómo ajustar la indagación según la edad del estudiante .....	98
Tipos de indagación según la intervención del facilitador .....	99
La secuencia: ¿desde indagaciones guiadas hasta libres? .....	100
Clases de indagaciones según los vínculos que tienen entre sí .....	101

**La integración de la EEPE en el contenido curricular .....** 102

**Para finalizar este capítulo: el acompañamiento y el compañerismo, elementos imprescindibles.....** 108

**CAPÍTULO 5: LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE GUÍAS SOBRE RECURSOS DEL ENTORNO LOCAL .....** 110

**Introducción a una guía local de historia natural .....** 111

Estructura propuesta (una posibilidad entre muchas).....	111
Historia natural .....	113
Breve descripción de unos seres vivos particulares .....	115

**Guías locales enfocadas en temas de las ciencias sociales .....** 116

Las comunidades indígenas .....	116
Los atlas locales.....	117

**La precaución repetida .....** 117

**Despedida .....** 118

**ANEXO 1: Declaración de principios de la propuesta pedagógica y didáctica de la “Enseñanza de la ecología en el patio de la escuela” (EEPE) .....** 119

**ANEXO 2: La Reflexión: lo que es y lo que *podría ser* .....** 122

**ANEXO 3: Historia y avances de la enseñanza de ecología en el patio escolar en Chile (1996 – 2009) .....** 130

## RESUMEN

Al mirar con atención cualquier patio escolar en América Latina, el Caribe u otra región descubrimos un mundo en miniatura. Por un lado, podemos ver una variedad de plantas y animales pequeños, a la que tal vez nunca le prestamos suficiente atención; también nos es posible observar todas las clases de interacciones ecológicas entre estos seres vivos, al igual que los efectos de vivir cerca de muchos seres humanos pequeños y unos pocos seres humanos grandes que llevan a cabo una variedad de actividades. Por otro lado, tanto en la escuela como en la comunidad humana que la rodea se dan toda clase de interacciones sociales. Además, las construcciones y terrenos nos están mostrando sus historias socioculturales particulares. Si nos acercamos a este mundo con ojos y mente abiertos, lo que encontramos no sólo nos sorprende sino que también enciende nuestra curiosidad.

Esta curiosidad nos lleva naturalmente a hacernos *preguntas* que podemos contestar a través de la *acción* de recolectar información por nosotros mismos, es decir “de primera mano”. Con esta información respondemos a la pregunta inicial y podemos seguir *reflexionando* sobre los resultados. En este último paso de la reflexión podemos incluso especular si los resultados que obtuvimos en el lugar más familiar posible, el patio de nuestra escuela, se podrían aplicar a un entorno amplio más allá del espacio que nos rodea. A su vez, estas reflexiones y otras nos conducen a nuevas preguntas que pueden explorarse por medio de nuevos estudios realizados en el mismo patio escolar, según el mismo proceso de tres pasos. El proceso completo que incluye construcción de

preguntas, acción para contestarlas y reflexión acerca de los resultados, se llama el *Ciclo de Indagación*. A través de la aplicación de este ciclo, el patio escolar se vuelve un mundo para explorar, un “laboratorio vivo” a partir del cual podemos examinar y discutir los fenómenos del paisaje y sus habitantes. La aplicación del Ciclo de Indagación nos permite no sólo aprender haciendo sino también aprender reflexionando.

En este texto les presentamos a educadores, docentes y orientadores de América Latina y el Caribe una propuesta pedagógica y didáctica para desarrollar iniciativas locales de Enseñanza de Ecología en el Patio de la Escuela. Las iniciativas pueden incorporar explícitamente los elementos de muchos o todos los ejes temáticos y transversales del contenido curricular en vigencia. Es decir que, por medio del proceso de *la indagación de primera mano* en el patio y alrededores de la escuela, los docentes y sus estudiantes pueden explorar no sólo la ecología y otras ciencias naturales sino también las matemáticas, las ciencias sociales, la lengua (oral y escrita), las artes plásticas, la educación física y la música, todo dentro de las propuestas educativas locales y acordes con el entorno socio-ambiental y cultural local. A medida que el proceso de la indagación de primera mano va favoreciendo el conocimiento, comprensión y pensamiento crítico, entre otros resultados, los estudiantes y docentes van reconociendo las consecuencias de las acciones del ser humano sobre el entorno local hasta el punto de poder tomar decisiones concienzudas, racionales y autónomas acerca de aquellas acciones.

# INTRODUCCIÓN

Muchos de nosotros tuvimos abuelos y abuelas que se dedicaban a cultivar la tierra y a criar animales. Ellos conocían bastante bien las plantas y los animales del lugar donde vivían. Generalmente sabían cuáles eran las mejores épocas para sembrar o para cosechar, cómo controlar las plagas que atacaban a los sembrados o al ganado, qué hierbas utilizar para quitar los dolores de estómago o para desinfectar una herida, en qué épocas los árboles silvestres tenían frutos y cuándo los animales silvestres tenían crías. Nuestros ancestros aprendieron parte de estos conocimientos de sus padres y maestros y gran parte los descubrieron ellos mismos explorando su entorno por sus propios medios, afianzando aquellas prácticas o saberes que hacían más fácil y mejor su vida cotidiana. La vida moderna ha llevado a mucha gente de las ciudades a olvidar este conocimiento, hasta el punto de perderlo. Se ha perdido la posibilidad de conocer lo que está sucediendo, lo que otros están viviendo, más allá de la pantalla del televisor o la computadora y las paredes de la casa o apartamento en la ciudad.

La exploración del entorno, motivada por la curiosidad, la necesidad y la imaginación, ha sido siempre una importante herramienta para conocer el mundo que nos rodea y también uno de los motores que ha impulsado el avance de la humanidad. La historia nos habla de la inmensa creatividad e ingenio de la mente humana y de su fabulosa capacidad para descifrar los misterios que se esconden a nuestro alrededor. Son precisamente estas características de nuestra mente las que nos han impulsado a preguntarnos sobre nosotros mismos, sobre aquello que nos rodea y sobre la vida en todas sus expresiones. Ha sido la historia del descubrimiento del mundo desde la visión que cada pueblo construye de su expe-

riencia con el entorno, la que nos ha permitido encontrar soluciones a los problemas que la vida nos plantea.

Uno de los problemas que enfrenta hoy la humanidad es la crisis de la “salud ambiental” del planeta. Son muchos los síntomas que nos indican que la salud del ambiente se está deteriorando: la contaminación de las fuentes de agua, la contaminación del mar, la pérdida de los suelos, la acumulación de basuras, los cambios del clima y la fragmentación o desaparición de paisajes naturales (praderas, bosques, humedales entre otros) y de las poblaciones de plantas y animales que habitaban en ellos. Los síntomas están presentes no sólo en el paisaje rural sino también en nuestros pueblos y barrios urbanos, donde podemos verlos y sentirlos cotidianamente. En muchos sentidos solucionar la crisis de la salud ambiental, vinculada a las crisis sociales, es el máximo reto que ha enfrentado la humanidad. Frente a ella no nos queda otra opción que echar mano a la creatividad e ingenio para pensar y llevar a cabo acciones que nos permitan cambiar estos efectos. Pero ¿de qué entorno estamos hablando? ¿Del globo como un todo? ¡Ojalá que no! Dirijamos nuestros pensamientos y acciones hacia el pedacito de la Tierra donde podríamos alcanzar algún grado de influencia: el paisaje, pueblito o barrio en que vivimos.

¿Quiénes deberían participar en la búsqueda de las soluciones locales? Todos los habitantes del paisaje, desde las comunidades rurales y sus organizaciones hasta los educadores y estudiantes de la ciudad, los profesionales de las ciencias y otros. Una sola persona o un solo grupo de personas no pueden poseer todas las respuestas, ni siquiera todas las preguntas. Es necesario que unos y otros se apoyen mutuamente e intercam-

bien conocimientos, para que puedan tomar decisiones apropiadas y oportunas que les permitan encontrar soluciones a los problemas ambientales locales, asegurando el bienestar de las comunidades y el paisaje como un todo.

Pero no siempre las comunidades cuentan con la información necesaria para tomar las decisiones más acertadas acerca del manejo de su entorno. Muchas veces hace falta un proceso de reflexión a conciencia sobre las consecuencias que tendrán sus acciones. El mundo de hoy exige ciudadanos que, además de conocimientos básicos, manejen una serie de habilidades, destrezas y valores que les permitan relacionarse con el mundo de una manera crítica y responsable. El desarrollo de la autonomía, el respeto a otros, la creatividad y la capacidad para trabajar en grupo y para comunicar, son sin duda algunas de estas habilidades. Nosotros creemos que tres de los papeles más importantes de la educación en la actualidad son: 1) establecer puentes para comunicar a las personas entre sí, desde sus diferentes experiencias y conocimientos; 2) propiciar el trabajo conjunto; y 3) capacitar a las personas para que puedan desarrollar sus conocimientos, habilidades y destrezas de manera integral.

Los educadores y la educación formal enfrentan serios retos para cumplir con las exigencias edu-

cativas de la vida moderna, los lineamientos de la pedagogía vigente y los parámetros establecidos por los ministerios de educación. Los sistemas educativos de Latinoamérica están intentando responder a estos retos. Países como Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador y Venezuela han adoptado ejes temáticos transversales los que buscan articular conocimientos disciplinarios y que motivan la formación integral de los estudiantes y docentes. Uno de los ejes transversales en estos países es el tema del medio ambiente, cuya comprensión exige conocimientos de ciencias ecológicas, historia, geografía, matemática, lengua, relaciones humanas y ética, entre otras.

*La Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela* (EEPE de ahora en adelante) es una propuesta pedagógico-didáctica, enfocada principalmente hacia la educación en ciencias naturales, en particular en ecología, pero cuyo alcance puede incluir las ciencias sociales y otras áreas temáticas del currículo escolar. Busca promover entre docentes de educación básica primaria y secundaria, investigadores y científicos de América Latina, la construcción de una propuesta novedosa para enfrentar los retos de dar a los estudiantes una formación integral de conocimientos y habilidades.

## Historia de la EEPE

La propuesta de aprovechar el patio de la escuela para el aprendizaje “de primera mano” (ver capítulo 1) tiene una historia larga. En el siglo XVII los estudiantes ya realizaban estudios prácticos en los patios de los colegios de Alemania. En el siglo XIX el patriota, poeta y educador cubano José Martí escribió:

**“En las ciudades, las escuelas deben volverse al revés. . . al patio debe mudarse la**

**escuela en ciertas horas del día, para que... la mente de los niños vea las ideas vivas en la naturaleza”**

y :

**“En campos como en ciudades, urge sustituir al conocimiento indirecto y estéril de los libros, por el conocimiento directo y fecundo de la naturaleza”.**

Sin embargo, en la segunda mitad del siglo XX dos elementos llegaron casi simultáneamente a la educación formal de muchos países y regiones: la tecnología y los contenidos curriculares detallados y estandarizados. Eso tuvo el efecto de devolver la educación formal al salón de clases, rompiendo el vínculo directo con el entorno local.

Hace más de veinte años uno de los autores de este manual (Peter Feinsinger), otros ecólogos, educadores y estudiantes de postgrado de diversos países de América, volvieron a destacar el entorno fuera de las paredes del salón como un lugar de enseñanza y aprendizaje. Reflexionaron sobre la necesidad de conservar las distintas formas de vida y los procesos biológicos de los que son parte. Reconocieron que proveer a los maestros (y por ende a los estudiantes) del apoyo para formular y responder autónomamente preguntas acerca de su entorno podría ser una extraordinaria herramienta, imprescindible para la conservación a largo plazo y para la construcción de conocimiento significativo. Este grupo propuso una estrategia donde ecólogos y biólogos, maestros y maestras desarrollaran programas de “ecología escolar” haciendo énfasis en el aprendizaje de primera mano (experiencia directa) acerca del entorno inmediato. ¿Dónde? En el ambiente más accesible a los niños durante el día: el patio escolar.

Las primeras actividades de este grupo se concentraron en el norte del Estado de Florida (Estados Unidos de América) y en Costa Rica. Pronto la idea de la ecología en el patio de la escuela se contagió a otros amigos y colegas en América Latina quienes buscaban desarrollar adaptaciones apropiadas para cada localidad y cada paisaje en esta región tan diverso en culturas y naturaleza. Con el fin de promover la iniciativa de la EEPE y lograr su adaptación al contexto latinoamericano, se dictaron talleres a ecólogos, sus estudiantes, maestros y maestras.

El primero de estos talleres, llevado a cabo en 1994 en la Reserva Natural La Planada al sur de Colombia, se centró en la adaptación de la iniciativa al contexto colombiano. Los participantes, investigadores jóvenes y estudiantes avanzados de ecología, diseñaron el formato de un taller dirigido a docentes de educación básica primaria. Sobre la base de la propuesta desarrollada en La Planada, ese mismo año Peter Feinsinger dictó en San Carlos de Bariloche, Argentina, el primer taller introductorio de “la EEPE moderna” como se encuentra en este texto, con una amplia participación de docentes de escuelas primarias y secundarias. En 1995 y 1996 se dictaron otros talleres en San Carlos de Bariloche. El taller de 1996 fue decisivo en el desarrollo y evolución de la EEPE en América Latina, gracias al equipo de trabajo que formaron Ramona Dolores Oviedo, Laura Margutti, Margarita Herbel y Peter Feinsinger, quienes consolidaron y pusieron en práctica la filosofía y estrategia pedagógica actual de la iniciativa.

En 1996 Peter dictó talleres en Colombia (Villa de Leyva) y Chile (Isla Grande de Chiloé), involucrando a algunas personas que acogieron la EEPE e impulsaron su utilización localmente. A partir de estos primeros florecimientos en América Latina, la EEPE se ha difundido por la región entre una red creciente de amigos. Ellos ponen todo su corazón y gran parte de su tiempo en sacar adelante esta iniciativa en su localidad y en otros lugares de la región, en un ejemplo claro de colaboración, apoyo y coordinación entre países hermanos (ver anexo I). En 1997 la EEPE se expandió en Chile y Colombia; en 1998 llegó al Brasil (Río Claro) y amplió sus fronteras en Argentina (Tandil). En la actualidad hay varias iniciativas EEPE, desde locales hasta regionales, en cada uno de los siguientes países: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba,

Chile, Ecuador, Guyana, México, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

La EEPE se desarrolla en una variedad de paisajes: ciudades enormes, pueblos grandes y localidades pequeñas; paisajes rurales con población campesina mestiza y ecosistemas naturales menos transformados, donde habitan comunidades indígenas y desde los cálidos bosques tropicales hasta la fría Patagonia del Cono Sur. La flexibilidad de la propuesta EEPE y su naturaleza ni partidaria ni jerárquica (anexo I) ha permitido a personas de estos países adaptar esta herramienta a los contenidos y exigencias curriculares, de acuerdo a la cultura particular de cada localidad. Y, aunque

estas iniciativas comparten la filosofía y herramientas básicas, cada una tiene fortalezas y aspectos únicos y particulares, donde cada persona aporta perspectivas innovadoras a este acercamiento en continua evolución.

En cada una de las iniciativas EEPE en América Latina es evidente que:

- El equipo de trabajo desarrolla la iniciativa local de la EEPE de acuerdo con las características de su localidad, es decir “a su manera”.
- No existe un modelo que se pueda copiar de una localidad a otra; se trata de sembrar ideas y entusiasmo por conocer lo que tenemos.

## Objetivos de la EEPE

En términos amplios, la EEPE busca proveer a los niños y niñas del continente a través de sus educadores, de una herramienta de aprendizaje novedosa, sencilla y a la vez poderosa y pedagógicamente sofisticada, que podrán seguir usando cuando sean mayores. Dicha herramienta, el Ciclo de Indagación de primera mano (que describiremos detalladamente en el capítulo 2) les permite estudiar, comprender, analizar y reflexionar sobre temáticas particulares. Las temáticas principales de la EEPE suelen ser las que su nombre implica, es decir, los procesos ecológicos y los efectos de la acción humana en su entorno local, pero también el Ciclo de Indagación puede aplicarse a temáticas sociales y otras (ver capítulo 3).

El Ciclo de Indagación involucra no solamente el ámbito de la escuela y su patio donde se lleva a cabo la indagación (investigación) propiamente dicha sino también un entorno más amplio sobre el cual los niños y niñas con sus docentes van a reflexionar. A largo plazo, el uso de esta herramienta podrá ayudar a los estudiantes a ser miembros activos de su comunidad, fortaleciendo su capacidad para pensar y decidir crítica y

concienzudamente sobre la conservación de la biodiversidad, el medio ambiente en general y las costumbres y culturas locales.

La propuesta pedagógica de la EEPE es *aprender haciendo y reflexionando*, mediante un proceso que vincula de forma inseparable la acción y la reflexión. Es una propuesta que se apoya en la pedagogía constructivista (es decir, el constructivismo), donde los docentes y sus estudiantes construyen preguntas sobre su entorno (natural, social y cultural) y las responden a través de la acción propia.

Sus objetivos específicos son:

- a) Estimular a los maestros, maestras y otros miembros de la comunidad para que incorporen la enseñanza de ecología en sus actividades y currículos escolares a partir de su entorno inmediato, el patio de la escuela.
- b) Impulsar el uso de la metodología denominada *Ciclo de Indagación de primera mano* en el desarrollo de iniciativas y procesos curriculares de las comunidades escolares.

- c) Integrar esta metodología al desarrollo de los contenidos de ciencias naturales y las demás áreas propios de la educación formal, desde matemática y ciencias sociales hasta lengua y arte plástica.
- d) Incentivar a los investigadores y alumnos universitarios para que participen en el desarrollo de la propuesta pedagógico-didáctica de la EEPE dentro de la comunidad educativa de la zona donde trabajan.
- e) Promover el trabajo conjunto de docentes e investigadores (y alumnos universitarios) para que, basándose en la complementariedad de sus conocimientos y habilidades, establezcan iniciativas de indagación de primera mano para las escuelas de su localidad.

## Los principios y la práctica de la EEPE

Con esta publicación queremos impulsar y promover la iniciativa de la EEPE con el fin de alcanzar los objetivos que nos hemos propuesto, al ofrecer a todo aquel que sienta inquietud por enseñar ciencias naturales o preocupación por el bienestar ambiental de su región, un conjunto de principios conceptuales y filosóficos y una serie de herramientas pedagógicas y didácticas.

Específicamente queremos que esta publicación:

- Sirva de vehículo de difusión de la propuesta de la EEPE.
- Sea una herramienta autónoma que en la presencia de protagonistas excepcionales permita el establecimiento de iniciativas EEPE en localidades donde no han llegado los talleres, aunque seguimos insistiendo que los talleres de capacitación son las claves siempre y cuando sean posibles (ver anexo I).
- Apoye y fortalezca la práctica y principios de la EEPE en aquellas personas que han tenido la oportunidad de participar en uno de sus talleres introductorias.
- Sea un apoyo para docentes y científicos de la conservación que busquen acercarse a la comunidad a un manejo sostenible de su entorno natural.
- Proporcione sugerencias para incorporar el acercamiento de la investigación de primera

mano, por medio del Ciclo de Indagación, al desarrollo de las variadas áreas del currículo en la educación formal.

Con estos propósitos en mente, hemos organizado esta publicación en cinco capítulos. En el **capítulo 1** presentamos la observación y la curiosidad como los motores que impulsan la investigación a conciencia. Presentamos también el proceso científico como un esquema para investigar a varias escalas y según varias temáticas de interés. En el **capítulo 2** detallamos el Ciclo de Indagación paso a paso, como eje de la propuesta pedagógico-didáctica de la EEPE. En el **capítulo 3** proponemos ejes temáticos a los cuales se puede aplicar dicho Ciclo de Indagación. Enfatizamos los temas de la ecología pero también presentamos y discutimos ejes de las ciencias sociales. En el **capítulo 4** planteamos los fundamentos pedagógicos de la EEPE llevados a la práctica. Discutimos conceptos tales como la integralidad y transversalidad, por un lado; y, por otro, la manera de ajustar la indagación según la edad de los estudiantes y el reto básico de todos los docentes: ayudar a sus estudiantes a adquirir las destrezas, habilidades y competencias detalladas de las variadas materias del contenido curricular en vigencia. También desarrollamos una discusión respecto al concepto de la ética de la investigación. Para terminar,

en el **capítulo 5** compartimos algunos lineamientos para preparar una guía de la historia natural de lo encontrado en los patios de las escuelas locales, así como sugerencias sobre modelos para preparar unas guías locales enfocadas en las ciencias sociales.

A lo largo de la publicación proponemos al lector papeles diferentes. A veces usted es el aprendiz y otras veces el protagonista de la indagación (Ejercicios). Buscamos que, al desarrollar los ejercicios que le planteamos, usted vaya adquiriendo la experiencia y la confianza para investigar en el patio de su escuela. En otras ocasiones usted es el docente, el facilitador de las indagaciones llevadas a cabo por sus estudiantes, sean ellos de preescolar o de colegio secundario. De todos modos, estamos seguros de que en uno y otro caso usted mismo podrá idear muchas actividades además de estas, poniendo a prueba su propia creatividad.

## Agradecimientos

La primera edición de esta publicación, titulada “Guía metodológica para la enseñanza de ecología en el patio de la escuela” (2002), fue posible gracias al aporte de muchas personas e instituciones. En primer lugar fue fundamental el apoyo e interés del Programa para América Latina y el Caribe de la Sociedad Audubon de Norte América, en especial de Alejandro Grajal, Lissette Pavajeau y Ricardo Stanoss. Esta “Guía de la EEPE”, su traducción al inglés y la presente publicación no habrían sido posibles sin el liderazgo y trabajo detallado de Alejandro y Ricardo en particular. Agradecemos también a la Fundación John D. y Catherine T. MacArthur y su programa para los Andes Tropicales por su apoyo para la publicación de la primera Guía. A la Wildlife Conservation Society agradecemos su apoyo a los viajes del tercer autor a Colombia para

A lo largo de todos los capítulos, además de los ejercicios, encontrará figuras y tablas que ilustran o detallan el texto. En los recuadros se sintetizan o amplían algunos aspectos relevantes. Por último, las referencias cruzadas a las que se alude dentro del texto señalan conexiones entre secciones y temas incluidos en diferentes capítulos de esta publicación.

Para concluir queremos reiterarle que si bien creemos que los retos son grandes, también pensamos que es grande su creatividad, su curiosidad y su capacidad de observación, tanto como la de los niños y niñas con quienes usted puede realizar las indagaciones ecológicas en el patio de la escuela. Con el Ciclo de Indagación como una herramienta novedosa y creativa, tenemos todo un mundo para explorar y un horizonte maravilloso por descubrir. Ya existen en América latina numerosas confirmaciones de esto.

trabajar con las primeras autoras en la redacción de esta segunda versión.

Entre los numerosos docentes y protagonistas de la EEPE a través de América Latina (entre 1,200 y 6,000) una proporción significativa le ha aportado sugerencias e ideas al desarrollo continuo de los principios y prácticas de la EEPE. En particular quisiéramos agradecer al grupo de trabajo “pionero” de la EEPE en San Carlos de Bariloche, Argentina y el grupo de REMA (Rescate en tus manos) de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. De REMA han salido tales fundamentos de la EEPE como el Ciclo de Indagación en su forma triangular, la diferenciación imprescindible entre “¿qué estamos comparando?” y “¿qué estamos midiendo?” y la manera explícita de incluir las demás materias en las indagaciones EEPE.

Durante la redacción final de esta publicación los autores han tenido el apoyo incondicional de un comité editorial. Para todos y cada uno de los integrantes nuestra enorme gratitud: María del Carmen Alemán, Giovanna Carreño, Cristina Casavecchia, Andrea Caselli, Beatriz Costa, Carolina Decoppet, Jimena Gato, Rafael Pabón, Alejandra Schwarz y Carlos Trucco. También agradecemos la creatividad y arte del ilustrador Rafael Gálvez, cuyas ilustraciones fueron gentilmente

facilitadas por el Programa para América Latina y el Caribe de la Sociedad Audubon para esta publicación. Finalmente, la salida de este trabajo no habría sido posible sin la tremenda dedicación y los esfuerzos continuos de Wara Marcelo y sus colegas de la Fundación Senda Darwin y del Instituto de Ecología y Biodiversidad, en particular Juan Armesto, Claudia Hernández y Andrea Troncoso.



## LA CURIOSIDAD Y LA OBSERVACIÓN: MOTORES QUE MUEVEN AL MUNDO

*La CURIOSIDAD es una fuerza mental que se opone a la ignorancia... es el motor del saber, y cada conocimiento un móvil para llegar a otro conocimiento.*

Simón Rodríguez

En este capítulo discutimos cómo la investigación se fundamenta tanto en nuestra curiosidad como en nuestra capacidad de observar, relacionar y explorar el mundo. Todos los animales exploran su entorno para poder sobrevivir. Comúnmente, la curiosidad es el motor de esta exploración. A los seres humanos nos motiva a querer saber cómo son y cómo funcionan las cosas; a buscar explicaciones para lo que no comprendemos, a avanzar constantemente en terrenos desconocidos. Como dijo Simón Rodríguez, el tutor de Simón Bolívar, tal vez sea esa curiosidad el principal estímulo que nos conduce a hacernos preguntas y a tratar de responderlas.

### **NUESTROS SENTIDOS**

Como muchos otros seres vivos, los humanos estamos equipados con instrumentos muy sofisticados para percibir y explorar el mundo que nos rodea y satisfacer nuestra curiosidad: los sentidos (figura 1). Ellos nos proporcionan información muy variada sobre las características de los objetos y seres existentes a nuestro alrededor.

**La visión** nos permite distinguir los colores, formas, tamaños, texturas y movimientos de objetos y seres vivos, así como distinguir procesos complicados, tales como los sentimientos que se expresan con una sonrisa. Tres cuartas partes de la información que llega a nuestro cerebro del mundo exterior lo hace a través de la visión. Además, debido a la posición de nuestros ojos, nosotros y algunos otros animales como los gatos y los búhos, tenemos la posibilidad de ver el mundo en tres dimensiones.

**El oído** nos permite detectar los sonidos y en muchos casos identificar su origen. Los sonidos, desde el que produce el agua contra las piedras del río hasta los de las palabras de la maestra durante la clase, son

vibraciones de partículas transmitidas por el aire hasta nuestros oídos. Aunque son mucho menos sensibles que los oídos de los perros, podemos percibir una gama amplia de sonidos: graves como el de un tambor y muy agudos como el canto de los grillos; intensos como el de un trueno o tenues como un susurro o como el sonido de una cucaracha comiéndose las migas de una galleta.

**Nuestra piel (el tacto)** está cubierta por numerosos y diversos receptores nerviosos que nos permiten sentir diferencias de temperatura, presión e incluso leves corrientes eléctricas. Al igual que la visión, el tacto nos permite distinguir texturas y formas.

**El gusto y el olfato** nos brindan información sobre los sabores y olores de objetos y seres vivos. Esto se debe a que podemos detectar las moléculas químicas que los componen, las cuales viajan por el aire.

Toda la información que nuestros sentidos toman de nuestro entorno llega al cerebro, una herramienta sorprendente capaz de integrar los miles de datos que le envían los sentidos. A partir de toda la información que recibe, nuestra mente produce resúmenes a velocidades increíbles, combina lo que percibimos con lo que guardamos en la memoria y nos permite interpretar la realidad y anticiparnos a los hechos.

Pero no todos los seres vivos perciben el entorno de la misma manera. Por ejemplo, las abejas melíferas pueden ver rayos de luz ultravioleta, invisible para nosotros. Otros animales, como los murciélagos, se mueven en un mundo descrito por sonidos. Para ello usan sistemas sofisticados de "radar", que emiten y captan sonidos mediante los cuales pueden saber el tamaño, distancia y otras características de los objetos a su alrededor. Usando estos sentidos, algunos murciélagos pueden detectar y perseguir a una polilla (mariposa nocturna).

Estas diferencias sugieren que cada tipo de organismo vive en su propio mundo de sensaciones, el mundo que le describen sus sentidos. Podemos imaginar que el mundo de la abeja es mucho más rico en elementos visuales que el mundo del murciélago, y que el de éste es a su vez bastante más sonoro que el nuestro. Afortunadamente para nosotros, hemos penetrado en el mundo sensorial de otros animales con la ayuda de instrumentos adecuados y de nuestra imaginación. Ahora podemos ver con ojos de abeja, enterarnos de las conversaciones de las ballenas o conocer las persecuciones nocturnas de polillas por murciélagos.

Además, tener sentidos que perciben estímulos diferentes de distinta manera hace que el tiempo sea distinto para unos y otros. Nosotros medimos el tiempo en segundos, minutos, horas y meses, pero esto puede no significar nada para otro animal. Los seres humanos pensamos que el segundo representa un lapso de tiempo muy corto. Pero la mosca casera y el picaflor en el jardín procesan la información a una velocidad mucho mayor y pueden realizar una variedad de movimientos, reacciones y actividades distintas literalmente en un segundo. Para un estudiante aburrido, una hora de clase será



Figura 1. Nuestros sentidos.

un lapso de tiempo sumamente largo, pero para la babosa, la estrella de mar o el árbol una hora será un tiempo muy corto.

▶▶▶ El mundo sensorial y el paso del tiempo que percibimos, según lo que nos llega por los sentidos y va procesándose por nuestro cerebro, forman nuestro “punto de vista”. Para nosotros este punto de vista se deriva de la localización de nuestros ojos con respecto al suelo (entre unos sesenta centímetros en los niños pequeños y dos metros en los basquetbolistas) y suele abarcar lo que queda incluido entre el suelo y unos pocos metros por encima de nuestra cabeza, además de lo que sucede en un radio de unas decenas de metros alrededor (REFERENCIA CRUZADA– capítulo 3 - Indagación: Puntos de vista). Nuestro punto de vista sobre el tiempo abarca el rango entre un segundo y un siglo pero tiende a enfocarse en un lapso de unos pocos años. Piense en los “planes de 5 años”, la duración de la educación universitaria o el intervalo entre elecciones nacionales.

Nuestro entorno cercano suele sernos muy familiar, tanto que muchas veces nos movemos en él sin percibirlo realmente, sólo atentos a no pisar la piedra o caer en el hueco. Sin embargo, si ponemos más atención podremos observar y disfrutar mucho más el medio que nos rodea. Es mediante la observación que podemos descubrir, conocer y describir los objetos, seres animados y paisajes a nuestro alrededor. Asimismo, haciendo observaciones cuidadosas durante periodos de tiempo suficientes podemos detectar cambios en estos seres, objetos y paisajes.

## LAS PREGUNTAS

Mientras percibimos el entorno a través de nuestros sentidos, muchas veces sin darnos cuenta también estamos comparando, clasificando, diferenciando y haciéndonos preguntas sobre los elementos percibidos. Esto nos permite aproximarnos y conocer la abrumadora variedad (diversidad) de organismos y procesos que hay en nuestro entorno.

¿Y cómo surgen las preguntas? Las preguntas que nos hacemos suelen ser el resultado de la combinación de nuestras observaciones, de nuestras experiencias anteriores y de la información que tenemos disponible. Casi sobre cualquier tema que se nos presenta hemos leído o escuchado o experimentado o razonado algo en el pasado. La información que tenemos sobre un tema se convierte en el marco conceptual que nos ayuda a comparar nuestras observaciones personales. En muchos casos nuestras inquietudes surgen de la simple observación de un fenómeno para el cual no tenemos una explicación. En otros casos las preguntas surgen como resultado del desacuerdo entre lo que observamos y lo que otros han descrito.

Ahora, le rogamos que usted ponga a prueba su capacidad de observar y plantear preguntas acerca de lo que observa (Ejercicio 1).

### **EJERCICIO 1 Preguntas sobre un paisaje en miniatura**

Le invitamos a que salga un momento y haga un recorrido por el patio de la escuela, su jardín, el fragmento de monte o cualquier otro lugar abierto en su entorno cercano. No necesitará este texto, sólo lleve un lápiz y una hoja de papel. Mire a su alrededor y busque un lugar que le guste y que a pequeña escala presente una variedad de elementos distintos tales como piedras, pastos, plantas, pendientes, papeles, suelo desnudo, pedazos de cemento, palitos caídos, pequeños desechos, la bosta de vacas o caballos, hormigueros, líquenes. En ese lugar demarque un cuadrado o “parcelita” de unos 50 x 50 hasta 100 x 100 cm. Observe con detenimiento el paisaje en miniatura demarcado, concentrándose en todos los elementos que éste contiene (figura 2). A menudo, el acto de dibujar un croquis (con todo lo que ve) facilita el proceso de reconocer y hacer un recuento de los elementos llamativos del paisaje.



Ahora deje que su curiosidad entre en acción y formule entre cuatro y seis preguntas acerca de lo que observa dentro de su parcelita. Trate de plantear interrogantes que le interesen. Nadie aparte de usted tiene que conocer ni su dibujo ni sus preguntas. Las únicas “reglas del juego” son: a) las preguntas deben enfocarse en el ámbito delimitado de la parcela; (b) las preguntas no tienen respuestas ya conocidas (ni las está respondiendo usted en el tiempo dedicado a esta tarea) y c) todas las preguntas valen, es decir no existe ninguna que sea tonta o simple.

Guarde su dibujo y las preguntas que planteó; más adelante va a volver a usarlas en otro ejercicio.



Figura 2. Un paisaje en miniatura.

## EL MÉTODO CIENTÍFICO PARA TODOS

Muchos de nosotros creemos que los científicos son personas extrañas porque viven en sus laboratorios rodeados de equipos sofisticados y costosos, pensando y haciendo cosas que con frecuencia nos parecen difíciles de entender. O los vemos en el campo mirando las plantas y los animales, tomando notas y agarrando muestras de plantas, bichos, suelos y agua sin importar si lo hacen bajo los rayos del sol, en medio de un desierto, o bajo la lluvia en un bosque de niebla. No podemos pensar sino que están un poco locos. La verdad es que no están haciendo otra cosa que observar la naturaleza para intentar descubrir cómo funciona. Lo hacen de forma ordenada y sistemática, registrando, en pequeñas libretas, grabadoras o computadoras que siempre llevan consigo, cada uno de los sucesos que han observado que son motivo de su interés. Su objetivo es formular y responder preguntas que les permitan conocer, entender e intentar predecir el funcionamiento del mundo.

Al igual que los científicos, cuando termine el ejercicio 1 usted tendrá una lista de preguntas reales sobre un paisaje real, su parcelita. Tal vez, mientras las escribió o después, usted se pregunte ¿cómo podría contestarlas? Pues le mostraremos una manera de hacerlo: la ciencia. Pero no hablamos de la ciencia de batas blancas (guardapolvos) de laboratorio, lenguaje incomprensible y alta tecnología. Se trata de la *ciencia como el proceso honesto, ético y de sentido común de investigar el entorno a nues-*

tro alcance, proponiendo preguntas, acumulando nuevas observaciones para contestarlas uno mismo, y luego reflexionando acerca de lo que hemos descubierto y sus posibles implicancias en otros lugares y en otros momentos.

A lo largo de los años se han planteado diversos esquemas de pasos sucesivos para llevar a cabo ese proceso de la ciencia. Una de las versiones más difundidas se llama el *método científico formal* o el *método hipotético-deductivo*. Este consiste en un esquema de teorías, hipótesis y predicciones que usted posiblemente tuvo que memorizar, en su época de estudiante o en su entrenamiento para maestro, sin comprenderlo del todo y que pudo haberle provocado aversión a lo que le presentaron como la Única y Verdadera Ciencia.

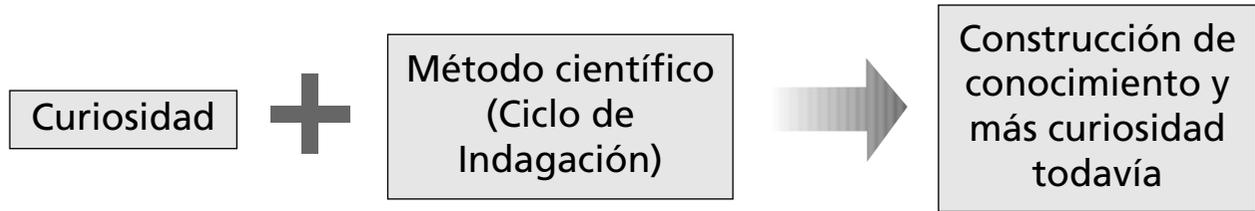
Sin embargo, en esencia el método científico en cualquiera de sus versiones involucra un proceso natural y de sentido común que mucha gente usa sin darse cuenta en su vida cotidiana. Por lo tanto, no tiene que haber nada oculto ni extraño sobre los científicos y sus métodos. La misma pregunta puede ser el punto de partida de un estudio desarrollado por una niña de 9 años o por una bióloga profesional. La diferencia será que la científica profesional usará un diseño de investigación más sofisticado y mediciones y cálculos más complicados para analizar los resultados. A veces emplea equipos más precisos y lenguaje más complejo. No obstante, como le mostraremos en el capítulo 2 los equipos sofisticados y el lenguaje complejo no son ni suficientes ni necesarios al proceso de la ciencia. De hecho, todos podemos hacer estudios científicos completos y objetivos. Basta desarrollar las destrezas y actitudes propias de la indagación científica y ponerlas a nuestro servicio. Si bien podemos encontrar otras, creemos que las básicas son:

- curiosidad;
- perseverancia en la búsqueda de respuestas y ante los obstáculos;
- mente abierta ante múltiples enfoques, puntos de vista y distintas alternativas y ante las sorpresas que no apoyan las preconcepciones;
- respeto por las evidencias que logramos con la observación minuciosa;
- reflexión crítica de las ideas propias y de los demás;
- inclusión consciente y explícita de la ética a través de la investigación y su posterior difusión y aplicación;
- humildad: conciencia de los alcances y limitaciones del investigador y su trabajo.

La propuesta que presentamos a continuación es tan rigurosa y objetiva como el llamado método científico formal, si bien es mucho más sencilla y comprensible. Está compuesta por los tres pasos brevemente mencionados, que constituyen el *Ciclo de Indagación*, fundamento de la EEPE que describiremos detalladamente en el capítulo siguiente:

- En primer lugar, el investigador *plantea una Pregunta*, estimulado por sus observaciones y su curiosidad o una inquietud, basándose en el marco conceptual o concepto de fondo derivado de sus experiencias y conocimientos previos. Luego, el investigador diseña y ejecuta la forma más adecuada de recolectar y analizar la información para contestar la pregunta. En la EEPE a esto lo llamamos desarrollar una *“experiencia de primera mano”* o llevar a cabo la *Acción*.
- En el paso final, llamado *Reflexión*, el investigador completa el proceso, reflexionando sobre los resultados de su Acción y las posibles implicancias que tienen estos resultados en el contexto particular en que planteó la pregunta. En este paso también surgen naturalmente las consideraciones sobre ámbitos mayores: lo que pasa en nuestro pequeño paisaje del patio puede también estar pasando en otros ámbitos fuera del sitio de estudio. A su vez, las reflexiones pueden llevar al investigador a empezar un nuevo ciclo, es decir a plantearse nuevas preguntas.

Para resumir, podemos decir que:



**Figura 3.** *La curiosidad, motor de la investigación.*

A pesar de la sencillez y claridad de los tres pasos del Ciclo de Indagación, aplicado a conciencia es una herramienta muy poderosa y sofisticada para conocer y entender nuestro mundo y para comprender los acontecimientos que suceden a nuestro alrededor. La principal fuente de ese poder está en la facilidad con la que se puede usar en diversas áreas del conocimiento, así como en una variedad amplia de ámbitos y contextos espaciales. Como les mostraremos en capítulos siguientes, el Ciclo de Indagación es útil tanto para estudiar el mundo natural (por ejemplo, la comparación de cuáles plantas crecen en la sombra y cuáles en el sol), como para entender las relaciones entre seres humanos (por ejemplo, como se cumplen las leyes de tráfico en distintos barrios de una misma ciudad). Asimismo, el ciclo se puede usar tanto en una parcelita, como en el patio de la escuela, en la plaza del pueblo o en la biblioteca municipal.



# EL CICLO DE INDAGACIÓN, UNA HERRAMIENTA PARA CONOCER NUESTRO ENTORNO

*Edúquese en el hábito de la investigación*  
José Martí

Planteamos en el primer capítulo que la investigación científica (la indagación) y su método no son de un ambiente lejano a nosotros ni herramientas para uso exclusivo de unos pocos científicos “certificados”. Al contrario, el método científico está al alcance de todas las personas curiosas y de mente abierta. En este capítulo presentaremos un método científico, llamado **Ciclo de Indagación**, detallando cada uno de sus pasos. Este ciclo es la estrategia principal con la que vamos a descubrir los fenómenos del patio de la escuela y el resto del paisaje local.

Según lo presentado en el capítulo 1, el primer paso del Ciclo de Indagación (figura 4) consiste en plantearnos la **Pregunta de trabajo**\*. Esta Pregunta surge al combinar la observación de los elementos del entorno, nuestra curiosidad y el conjunto de conocimientos, conceptos y experiencias relacionadas adquiridas previamente.

En el segundo paso, que llamamos “experiencia de primera mano” o la **Acción** (figura 4), nosotros mismos contestamos la Pregunta por nuestra cuenta en vez de consultar a un experto o un texto sobre el tema. Primero diseñamos (planeamos) el esquema completo del modo en que recolectaremos la información necesaria para responder nuestra Pregunta. Después buscamos la información según el diseño, con los ojos abiertos y la mente alerta para sucesos novedosos o imprevistos. Finalmente analizamos y resumimos la información recolectada para posteriormente presentar los hallazgos de la mejor manera que sea posible. La preparación de la presentación no sólo nos permite aclarar y entender lo

---

\* Cuando nos referimos al primer paso de una indagación particular, o sea una pregunta que cumpla con las cuatro pautas que usted va a aprender y que conduzca a un estudio particular, la escribimos con la P mayúscula.

que resultó, sino también nos facilita informar a otras personas sobre nuestra indagación para que conozcan cómo contestamos la Pregunta, miren minuciosamente nuestros resultados y puedan discutir todo con nosotros.

En síntesis, estamos haciendo una "lectura" de los procesos ecológicos observados y otros fenómenos que ocurren en el patio de la escuela. Pero no lo estamos leyendo en un libro ni lo vemos por televisión. Nuestra lectura es directamente en el patio, sin un intérprete de por medio: es una experiencia de primera mano. Contestamos nuestra Pregunta mediante las acciones que realizamos, con la ayuda de las herramientas más sofisticadas que conocemos y con las que siempre podemos contar: el cerebro y los sentidos.

Sin embargo si concluyéramos la indagación al terminar el segundo paso no habríamos aprendido mucho. Es en el tercer paso, la **Reflexión**, donde pensamos en cómo los hallazgos de la Acción se relacionan con la Pregunta inicial; nos preguntamos por qué la indagación podría haber resultado así; nos planteamos explicaciones posibles de los resultados y relacionamos estos resultados con nuestras experiencias previas y las de otras personas. La Reflexión, realizada con base en los hallazgos obtenidos durante la Acción, también nos lleva a especular sobre lo que podría estar pasando a otras escalas, en espacios, tiempos y condiciones diferentes a los de la indagación que acabamos de llevar a cabo. Además, nos sirve para encontrar otras inquietudes que a su vez nos pueden animar a iniciar nuevas indagaciones por medio de nuevas preguntas de trabajo.

Es decir, la Reflexión de una investigación puede conducir una y otra vez a un nuevo ciclo de indagación, encadenando una serie de estudios, cada uno siguiendo su propio ciclo de indagación. Además la Reflexión conduce al desarrollo espontáneo y autónomo de actitudes respetuosas con el medio ambiente y acciones encaminadas a la conservación y mejoramiento del entorno local, un resultado muy alentador de la EEPE que ha sucedido en varias localidades. Explícitamente encontramos la Reflexión como el último paso formal del Ciclo de Indagación. Sin embargo el proceso de reflexionar está incluido en todo el ciclo, desde el momento mismo en que empezamos a pensar en la Pregunta.

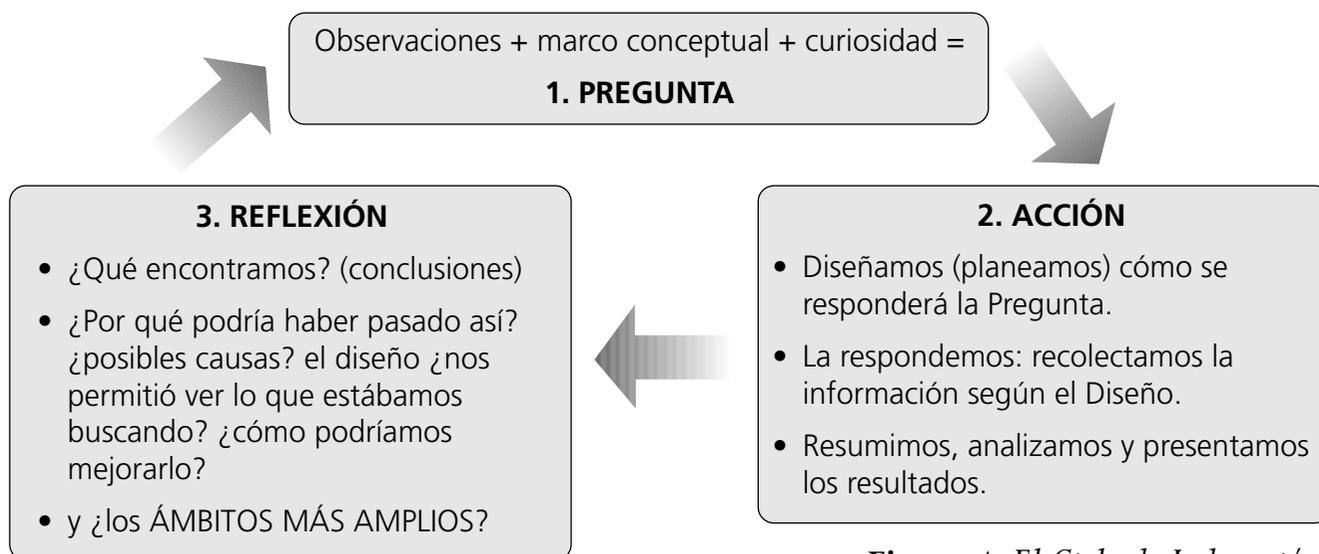


Figura 4. El Ciclo de Indagación.

## LOS PASOS DEL CICLO DE INDAGACIÓN

### Primer paso: la construcción de la Pregunta del trabajo

El paso inicial del Ciclo de Indagación es justamente lo que usted hizo en su paisaje en miniatura (ejercicio 1, figura 2). Mientras observaba su micro paisaje, inconscientemente estaba encajando sus observaciones en un marco conceptual armado con base en sus conocimientos y experiencias previas (por ejem-

plo, puede haber más tipos de plantas en un lugar que otro, las hormigas que corren suelen buscar alimentos, cuando hay exposición al sol la temperatura aumenta). Cuando anotó algo que le pareció interesante o le causó curiosidad “construyó” una o varias preguntas (¿Cuáles plantas crecen en la parte alta y cuáles en la parte baja de mi parcela? ¿Qué alimentos está buscando la hormiga colorada? ¿Cómo llegó esta semilla a la parcela? ¿Dónde viven más bichos dentro de la parcela, al sol o a la sombra?).

Repetimos que en principio todas las preguntas valen. Seguimos con la misma filosofía, pero ahora iremos un paso más allá: todas las preguntas valen; sin embargo, sólo algunas ofrecen la posibilidad de ser contestadas mediante investigaciones aplicando el Ciclo de Indagación. Es decir que si queremos seguir el Ciclo de Indagación completo, debemos ajustar las preguntas a las cuatro pautas que se describen a continuación.

### **Primera pauta:**

**La Pregunta de trabajo debe ser “responsable”, es decir *factible de ser contestada*, a través de nuestra indagación (la Acción) y dentro de un lapso apropiado de tiempo.**

Es importante tomar en cuenta que la indagación que se realizará es para contestar una pregunta cuya respuesta no conocemos. En consecuencia, para contestarla debemos buscar información nueva. Para cumplir con esta primera pauta es necesario que revisemos la Pregunta hasta la última palabra y nos preguntemos: ¿podremos contestarla por medio de la recolección de información definida? A menudo aquellas preguntas que involucran las palabras ¿cómo?, ¿cuáles?, ¿cuántos?, ¿dónde? ¿qué tan grande es la diferencia entre.....? ¿cuándo? o ¿cómo varía? son contestables por medio de la indagación de primera mano. Por el contrario, una pregunta que empiece con ¿por qué?, aunque sea tentadora, suele ser muy difícil de responder por medio de la investigación directa.

Veamos esto con más detalle. Una Pregunta “¿por qué?” se refiere a los eventos del pasado (que no se pueden observar hoy) cuyo resultado es lo que hoy vemos. Por ejemplo, si usted quisiera contestar la pregunta “¿Por qué no hay insectos en mi parcela?” tendría que alquilar una máquina de tiempo, volver al pasado para observar la historia de su parcela y sólo entonces poder descubrir que alguna vez la fumigaron, que algún pájaro que come insectos acabó de visitar la parcela o que anoche las hormigas acabaron con los recursos alimenticios y los demás insectos se fueron. Lamentablemente no es fácil alquilar tal máquina, así que usted sólo puede especular sobre aquellas y otras razones posibles de la falta de insectos. Sin embargo, esas especulaciones no serían el resultado de una comprobación directa o una indagación de primera mano.

Es importante tener en cuenta que hay varias maneras sutiles de preguntar ¿por qué? sin darse cuenta. Entre las más comunes encontramos: ¿Cómo podría haber pasado que...?, ¿A qué se debe...?, ¿Cómo puede explicarse que...?, ¿Qué factores inciden (o, incidieron) en..? y otras de ese estilo. Aún la Pregunta ¿Cómo llegó esa semilla? realmente quiere decir, ¿Por qué esa semilla está aquí? Para contestarla, usted tendría que volver a alquilar la máquina de tiempo y visitar la parcela en el momento preciso de la llegada de la semilla.

Las preguntas ¿por qué? no son aptas para el primer paso del Ciclo de Indagación, pero ¡no las tire al basurero! Estos tipos de preguntas son las claves para generar ese primer paso: funcionan como las *inquietudes* que nos llaman la atención al inicio y nos llevan a plantearnos una pregunta de trabajo contestable. Y una vez que terminemos la Acción según una pregunta contestable, las dudas ¿por qué? se convierten en el corazón de la Reflexión y son la clave para generar nuevas indagaciones (figura 4).

Por ejemplo, los estudiantes han comenzado su indagación con la Pregunta: *¿Cuáles y cuántos animales pequeños (bichos) se encuentran en la hojarasca de los lugares sombreados y los lugares soleados (expuesto al sol durante el día) del patio de la escuela?* La Pregunta cumple con esta primera pauta. Puede contestarse hoy en un lapso apropiado de tiempo (unas pocas horas, en este caso), mediante

una indagación de primera mano. Al recolectar la información los estudiantes encuentran que por lo general había más tipos de bichos, pero menos ejemplares por cada tipo, en la hojarasca de los lugares sombreados examinados que en la hojarasca de los lugares soleados examinados. Al reflexionar se preguntan ¿por qué había más tipos y menos ejemplares por cada tipo en los lugares sombreados que en los soleados? y deciden armar una nueva indagación que conteste directamente esta pregunta nueva.

Sin embargo la nueva pregunta con las palabras ¿por qué?, aunque es muy interesante y sumamente valiosa como un punto de partida hacia la reflexión (ver abajo), no puede ser contestada directamente por medio de una nueva indagación de primera mano. Para contestar esa pregunta tendríamos que regresar al pasado y ver cuáles fueron las condiciones, procesos largos y eventos puntuales que en ese entonces determinaron la llegada y estadía de los bichos particulares de cada lugar sombreado y cada lugar soleado. A fin de que se inicie una nueva indagación, la inquietud ¿por qué había más tipos y menos ejemplares por cada tipo en los lugares sombreados que en los soleados? tiene que llevar a una pregunta que sí sea contestable, por ejemplo ¿Qué tan húmeda está la hojarasca en lugares sombreados y lugares soleados del patio de la escuela?

De manera semejante, hay que evitar la tentación de plantear otra clase de preguntas llamativas pero poco aptas para la indagación de primera mano. Por ejemplo: "¿Cómo podemos mejorar la salud ambiental y la conservación del entorno de la escuela?" o, "Siendo educadores, ¿cómo podemos enseñar a los alumnos para que sean conscientes, respeten y conserven el entorno?" Estas son preguntas importantes y urgentes de contestar pero no son contestables por medio de la indagación de primera mano. Realmente son inquietudes que podrían llevar a un gran número de preguntas de trabajo bien definidas y "responsibles".

La mejor manera de verificar que su Pregunta de trabajo cumple con esta primera pauta es verificar que ella indica la clase de información que debería recolectarse para contestarla. En términos más precisos, a partir de la Pregunta se debe poder precisar qué va a observar (medir) y registrar en el cuaderno. Si al analizar su Pregunta le cuesta precisar qué se medirá, es probable que la Pregunta no cumpla con la pauta y deba replantearse. Es decir que las palabras de la Pregunta deben precisar implícita o explícitamente lo **que se observará (medirá)**, cuantificará (si es necesario) y registrará en el cuaderno o la hoja de datos. En el ejemplo de los bichos, ¿qué es lo que se observará (medirá) y registrará por cada lugar, sea soleado o sombreado? ¡Correcto! Los tipos de bichos que se encuentran y el número de ejemplares de cada tipo.

Miremos los siguientes ejemplos de preguntas que no cumplen con esta pauta. La Pregunta "¿Cuáles son las diferencias entre este árbol y aquel arbusto?" no señala cuál es el rasgo o juego de rasgos que se tiene que registrar para el árbol y el arbusto. En consecuencia su respuesta puede ser una lista larguísima y descriptiva de las diferencias. O también técnicamente la respuesta puede ser tan corta y poco descriptiva como: "El nombre del árbol es *Pinus ridiculus* mientras que el del arbusto es *Lantana santana*". La pregunta "¿Es el suelo debajo de los árboles diferente al que está debajo del pasto?" tampoco es útil. La respuesta "Sí, es diferente" técnicamente contesta bien la Pregunta, pero no nos dice nada que no sepamos ya, ni nos brinda información interesante, ni abre la puerta a nuevas preguntas.

Recuerde que en la Pregunta debe quedar explícito qué observaremos o mediremos y registraremos para poder contestarla.

**La medición** debe poderse realizar en el tiempo que dispongamos para la indagación.

## Segunda pauta:

La Pregunta debe ser *comparativa* y el eje de la comparación debe referirse a algún marco conceptual o inquietud.

Una de las acciones que practicamos diariamente es comparar. Comparamos para calificar, para entender mejor algo que está sucediendo, para evaluar si algo está bien o mal, para tomar decisiones, para poder especular sobre la causalidad de lo observado y para muchos otros fines. Podemos conocer una cosa que observamos sólo describiéndola, pero si no la comparamos con otra cosa no podemos calificar o tomar decisiones, por ejemplo. En la segunda pauta señalamos que no sólo debe haber una comparación sino también el eje de la comparación debe surgir de alguna inquietud o algún *marco conceptual*. Esto significa que nuestra comparación se basa en algo que podría influir sobre lo que estamos midiendo. Así la pregunta, más su respuesta, lleva a reflexiones profundas y diversas y a la construcción de conocimiento.

En la EEPE el carácter comparativo es crucial dado que permite involucrar conceptos y relaciones ecológicas de aplicación mucho más amplia que el simple registro de eventos en el lugar particular donde se lleva a cabo la indagación. Vuelva a revisar la indagación sobre los bichos de la hojarasca, presentada en la sección anterior. Esa Pregunta cumple bien con esta segunda pauta, ya que al inicio la comparación particular se basa en una inquietud acerca de los posibles efectos del sol (luz, calor, sequía) y la sombra (menos energía, más frescura, más humedad) sobre las variedades y cantidades de bichos que habitan en el lugar.

Por el contrario, una pregunta sin una comparación o sin un eje que surja de un marco conceptual o inquietud, suele ser un callejón sin salida pues no conduce a la posibilidad de reflexionar sobre un contexto más amplio. La Pregunta *¿Cuáles y cuántos animales pequeños (bichos) se encuentran en la hojarasca de este lugar sombreados, siempre protegido del sol, en el patio de la escuela?* cumple con la primera pauta (es factible contestarla) pero no es una pregunta comparativa. La respuesta puede ser "encontramos 47 bichos y 9 tipos diferentes. Los dibujamos y les dimos nombres." Y *¿ahora qué?* Esa Pregunta y su respuesta no nos proveen de una base para seguir reflexionando sobre el significado más amplio de los resultados.

La Pregunta no será mucho mejor si involucra dos o más lugares en vez de uno solo pero sin ninguna justificación particular para comparar dichos lugares. *¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de los varios lugares sombreados, igualmente protegidos del sol, en el patio de la escuela?* es simplemente la primera Pregunta no comparativa, multiplicada. La reflexión no puede desarrollarse más allá porque los lugares muestran una misma condición: todos son sombreados.

Es decir, la Pregunta *¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de los lugares sombreados y los lugares soleados (expuesto al sol durante el día) del patio de la escuela?* sí es una pregunta realmente comparativa e interesante. El eje de comparación de sombra y sol está basado en un marco conceptual. Estamos pensando que el sol y la falta de éste está influyendo en el ambiente físico de la hojarasca y por ende podría estar incidiendo en los tipos de bichos que se encuentran si es que los lugares soleados o sombreados atraen diferencialmente a bichos con distintos gustos o distintas habilidades para aguantar las contrastantes condiciones físicas.

La comparación podría referirse a distintos tiempos además de distintos lugares. Considere la Pregunta *¿Cómo varía el número de mariposas que llegan a las flores de la margarita del cantero indicado, entre mañanas despejadas y mañanas nubladas de esta primavera?* Cumple bien con todos los criterios, tanto como la Pregunta *¿Cuáles y cuántos pájaros llegan al árbol de samán en el patio de la escuela, en los días de la época seca y en los de la época lluviosa?*

Es sencillo verificar que su Pregunta cumple con esta segunda pauta. Simplemente pregúntese ***¿qué voy a comparar?*** con el fin de ver si lo que medirá difiere según esa comparación. Si le cuesta responder, es posible que deba repensar y volver a redactar la Pregunta. Es decir que combinando las dos etapas de verificar su Pregunta con respecto a las dos pautas, usted debería poder responder fácilmente la inquietud ***¿qué voy a comparar en mi indagación y qué voy a observar (medir) y registrar en cada uno de los casos que estoy comparando?***

Recuerde que la Pregunta debe hablar por sí misma de lo que se comparará. Para comparar debemos pensar en lo que podría influir en o ser importante para lo que medimos. Con ello podremos aprender sobre aspectos y conceptos más globales.

### Tercera pauta:

#### La Pregunta debe ser seductora o atractiva (es decir, *sexy*).

Si al plantear la Pregunta ya conocemos cuál será la respuesta, no es muy seductor seguir realizando la indagación. Por otro lado, si el proceso de contestar la Pregunta es abrumador, tampoco es muy seductor seguir con la indagación. De hecho, una pregunta puede cumplir bien con las dos primeras pautas pero puede seguir siendo inútil si: (a) la respuesta se sabe de antemano, por lo cual no vale la pena hacer nada para responderla; o (b) la respuesta no es obvia pero responderla implica una labor agotadora para tomar grandes cantidades de datos, tantos que se ahoga la emoción de descubrir y la oportunidad de aprender por reflexión.

Ejemplo de (a): “¿Hay mayor número de clases de bichos en la hojarasca gruesa y húmeda en este lugar sombreado del patio, o en el medio de la calle asfaltada?”

Ejemplo de (b): “¿Cómo varía el número preciso de hojas de trébol en una superficie de 10.000 metros cuadrados, en cada uno de tres potreros con ganado vacuno y tres potreros con ganado ovino?”

Esta tercera pauta es un poco más difusa que las dos primeras. Una pregunta que le parece abrumadora a Juan, le podría ser muy atractiva a Juanita. Una pregunta cuya respuesta ya le es obvia a Fabiana, le podría ser muy seductora a Fabián. De igual modo, una pregunta cuya respuesta es conocida para un determinado lugar (patio de escuela, tipo de bosque o pastizal) podría no serlo para otro, o una pregunta ya respondida por otra persona o incluso por nosotros mismos hace 10 años atrás no necesariamente tendrá una respuesta obvia en la actualidad. Además ¡tenga cuidado! Siempre existe el riesgo de confiar demasiado en sus ideas preconcebidas o las de otros y creer que ya conocemos la respuesta. ¡Puede no ser así! Si realmente usted realiza la indagación completa es posible que descubra resultados contrarios a sus creencias, lo que le exigiría reevaluar sus ideas preconcebidas y construir una nueva manera de mirar el mundo. De hecho, una ley de la indagación científica a todo nivel debería ser: ¡no confiar demasiado en sus ideas preconcebidas y estar abierto a hallazgos que no las apoyan!

Sin embargo, en muchos casos no le costará diferenciar entre una pregunta verdaderamente *sexy* y una verdaderamente poco *sexy*. Sean ideas preconcebidas o no, dudamos que se encuentren más tipos de arañas, insectos, ciempiés, bichos bolita y milpiés viviendo en el centro de la calle asfaltada y muy transitada, que en la hojarasca. De igual forma, salvo algunos profesores universitarios que mandan a sus estudiantes a contar tréboles (los profesores mismos no lo hacen, ¡obvio!) muy pocas personas se dejarán seducir por la Pregunta de los potreros.

La Pregunta es más seductora cuando no conocemos la respuesta y no requiere un trabajo muy detallado y tedioso. Sin embargo, en ambos casos esto depende de la edad e intereses de las personas que realizarán la indagación.

### Cuarta pauta:

#### La Pregunta debe ser *sencilla y directa*, evitando la *jerga científica* y el uso de *tecnologías que sean más sofisticadas que los materiales comunes, corrientes y disponibles*.

Al responder nuestra Pregunta no se debería utilizar nada que sea más sofisticado que papel, lápices, reglas, ollas de cocina, baldes, sogas, pala; es decir elementos que siempre tenemos a la mano en casa

o en la escuela. La idea es no limitar la curiosidad por no tener las herramientas necesarias ni depender demasiado de ellas. *Evite las dependencias en todas sus formas.* Aunque las pinzas, lupas y microscopios son muy útiles y pueden contribuir a muchas indagaciones si ya están en la escuela, pueden ser herramientas difíciles de conseguir. Más adelante en el texto presentaremos una lista de equipos y herramientas útiles, baratos y fáciles de conseguir. Sin embargo, ni siquiera esos equipos sencillos y corrientes son necesarios. Existen muchas preguntas que conducen a trabajos científicos rigurosos, que para contestarlas sólo se requiere usar los ojos, manos y pies.

Por otro lado, ni la curiosidad ni el proceso de indagación deben desanimarse por el uso de un lenguaje científico innecesario. Ejemplos de la jerga científica que debemos evitar incluyen los nombres científicos formales de los seres vivos y los términos formales de la ecología, por ejemplo “nicho” y “ecosistema”. *Si la Pregunta no puede presentarse en el lenguaje cotidiano, hay que cuestionarse el hecho de seguir realizando la indagación.* Por supuesto que a medida que los investigadores de cualquier edad se van familiarizando con los procesos ecológicos también lo harán con los términos formales de la ecología, y los irán incorporando naturalmente a su vocabulario. Esto facilitará la comunicación entre unos y otros. No obstante, *el vocabulario debe crecer como consecuencia y no como precursor del Ciclo de Indagación.*

## Resumen de las cuatro pautas

La Pregunta debe ser:

- 1) RESPONDIBLE. Las preguntas con las palabras “¿por qué?” u otras con el mismo sentido y las otras reflexivas no cumplen.
- 2) COMPARATIVA. Aquí pregúntese “¿qué voy a comparar en mi indagación y qué voy a observar (medir) y registrar en cada uno de los casos que estoy comparando?”
- 3) SEDUCTORA (¡SEXY!). No debe tener una respuesta ya conocida y no debe requerir un trabajo sumamente agotador.
- 4) SENCILLA Y DIRECTA. No debe utilizar el lenguaje científico y para contestarlas no se deben requerir tecnologías que sean más sofisticadas que los materiales normalmente disponibles.

## Breves comentarios finales sobre las cuatro pautas

Es posible que se pregunte de dónde salieron estas cuatro pautas, que parecen una imposición. ¿No hay preguntas buenas si no cumplen con las pautas? ¿Voy a lograr que mis estudiantes comprendan estas pautas?

Estas cuatro pautas no son un “capricho de la EEPE” ni surgen con la intención de imponer una novedad. Surgen de diversas experiencias, como un factor común presente en las indagaciones o investigaciones exitosas a distintos niveles, desde indagaciones de la EEPE hasta los trabajos de los ecólogos profesionales sobresalientes. Si bien un amigo de la EEPE dice que el sentido común es el menos común de los sentidos, la experiencia nos ha mostrado que estas cuatro pautas surgen naturalmente al tratar de contestar una pregunta usando el sentido común.

Ahora bien, no necesariamente todas las excursiones al patio necesitan una pregunta que cumpla con las pautas, un diseño de trabajo (ver la próxima sección) y un ciclo de indagación entero. Se puede empezar la EEPE saliendo al patio simplemente a usar todos los sentidos para reconocer el entorno, con el fin de acercar a los estudiantes a los seres vivos a través de la observación. No obstante, cuando está por emprender un estudio completo aplicando el Ciclo de Indagación hay que plantear una Pregunta, y si ésta no cumple con las pautas será difícil hasta imposible completar la indagación.

Las siguientes Preguntas de trabajo son algunos ejemplos de aquellas que cumplen con las cuatro pautas, planteadas por personas en diferentes contextos y actividades:

- Un campesino se plantea la Pregunta, ¿cómo es la producción del cultivo de frijoles (porotos) en quintales por hectárea, si en unas parcelas siembro las semillas a una profundidad de 1 cm en el suelo y en otras a 3 cm de profundidad?
- Un ecólogo profesional se pregunta, ¿cómo varía la abundancia de aves de bosque entre lugares que experimentaron distintas intensidades de tala de árboles (diferentes números de troncos talados por hectárea) hace aproximadamente cuatro años?
- Un ama de casa se pregunta, ¿qué tan brillantes quedan los vidrios que limpio con vinagre y alcohol y los que limpio con aquel producto comercial limpiavidrios?
- Una niña se plantea la Pregunta, ¿cuáles nidos de pájaros encontraré en los eucaliptos y pinos cercanos a mi casa, y cuáles en los árboles del bosque natural que existe detrás de las parcelas de cultivos (chacras, conucos) de mi papá?
- Un niño muy joven se pregunta, ¿cuáles hormigas corren más rápido, las coloradas pequeñas o las negras grandes?

Intuitiva o conscientemente estos científicos han propuesto Preguntas que cumplen con todas las pautas. *Sí, todos son científicos verdaderos* según la definición que empleamos, siempre y cuando sigan recorriendo el Ciclo de Indagación completo. Seguramente su tránsito por el ciclo, a través de experimentos o recolección de datos del ambiente, les proporcionará una clara respuesta, saciando sus dudas y construyendo el conocimiento.

## EJERCICIO 2 Preguntas nuevas según las cuatro pautas

Ahora regrese al entorno donde hizo el ejercicio 1. Recorra toda la zona, no sólo la parcelita de antes, y observe y formule al menos tres preguntas completamente nuevas y que cumplan con las cuatro pautas. Verifique que:

- Cada pregunta pueda ser contestada por medio de una investigación emprendida en el presente y terminada en un tiempo apropiado (que podría ser unos minutos, algunas horas, un año o más).
- Sea comparativa según un eje claro e interesante.
- Su pregunta está precisando: a) ¿qué se estaría comparando? b) ¿cuál es el eje de la comparación, y por qué es interesante? c) ¿qué se estaría observando o midiendo y registrando en el cuaderno, por cada caso de lo que se está comparando? Ajuste la pregunta hasta que hable por sí sola de estas cuestiones.

Y siga en la revisión, asegurándose que la pregunta:

- Sea seductora (“sexy”) e incite a ser contestada.
- Esté libre del “lenguaje científico” excesivo y no necesite equipos sofisticados no disponibles para ser contestada.

**Evaluación:** Después de realizar las preguntas compárelas con las preguntas que usted realizó sobre su parcelita en el ejercicio 1. ¿Qué cambios observa respecto a ellas? ¿Cuáles serían más fáciles y factibles de contestar, las del ejercicio 1 o las del 2?

## Segundo paso: la experiencia de primera mano (Acción)

Una vez que se tiene la pregunta definida según las cuatro pautas, la curiosidad impulsa al investigador a salir corriendo a buscar los datos. Pero para que la experiencia de primera mano sea no sólo divertida sino también fructífera, hay que planear paso a paso cómo se va a realizar. Es decir, hay que *diseñar el estudio*. Esto facilita el trabajo de campo, la toma de datos y su posterior análisis, reflexión y presentación. Además descubriremos que durante el proceso de diseñar la Acción tenemos que seguir revisando y ajustando la Pregunta aún más allá de lo requerido por el esquema fundamental de las cuatro pautas.

*¿Cómo se define diseño? Es el proceso de ajustar la recolección de datos según lo que las palabras de la Pregunta mandan o, ajustar las palabras de la Pregunta según lo que la recolección de datos permite.* Por ejemplo, es probable que una pregunta bien ajustada según las cuatro pautas ya indique el ámbito en el espacio y el tiempo a que se refiere, es decir hasta dónde queremos que alcance nuestra respuesta. Pero si todavía no lo hace, ajústela. La Pregunta de los bichos de la hojarasca no habla de la hojarasca de todos los lugares soleados y sombreados del mundo, el país o la ciudad sino de aquellos que se encuentran en la hojarasca del patio de la escuela. Así se precisa que la Acción tendrá lugar en dicho patio y que lo cubrirá de un lado al otro. Sin embargo aún no se precisa el ámbito del estudio en el tiempo. Luego hablaremos de la manera, y la necesidad, de precisar la dimensión temporal en la Pregunta y de la gran importancia de todos estos ajustes a fin de que no generalizamos demasiado a partir de un estudio puntual.

En todas las investigaciones que siguen el Ciclo de Indagación completo, aún en las de los estudiantes más pequeños con preguntas relativamente sencillas, es imperativo diseñar cómo se contestarán. Por ejemplo, si la Pregunta es *¿Cuáles hormigas corren más rápido, las coloradas pequeñas o las negras grandes?* usted tendrá que decidir cuántas hormigas de cada tipo van a vigilar, dónde, cuándo y finalmente cómo van a “medir” la velocidad de una hormiga corriendo.

El paso grueso de la Acción (figura 4) realmente abarca nueve pasos sucesivos y más detallados, que presentamos a continuación. Los seis primeros componen lo que llamamos el diseño del estudio.

1. Detallar *qué se comparará* según lo especificado en la Pregunta.
2. Decidir *cuál será un caso* de lo que se comparará.
3. Decidir *cómo distribuir los casos* a través del ámbito que la Pregunta especifica.
4. Decidir *cuántos casos* se van a examinar.
5. Detallar *qué se medirá* por cada caso que se va a examinar.
6. Planear *cómo y con qué se realizará la medición*.
7. Recolectar y registrar la información según las decisiones tomadas en los pasos 1 a 6.
8. Organizar, analizar y resumir los hallazgos.
9. Presentar los hallazgos de la mejor forma posible.

**1) Detallar qué se comparará.** Como ya lo discutimos, es clave definir claramente qué estamos comparando y el concepto en el cual se basa la comparación. Es necesario revisar la Pregunta cuidadosamente y asegurarnos que ésta exprese lo que realmente queremos comparar. Más adelante será difícil o imposible cambiar de planes. La comparación le provee los cimientos al diseño de la Acción. Le sugerimos que, como una práctica adicional, revise las preguntas formuladas por el campesino y otros al final de la sección anterior, indicando qué es lo que van a comparar.

**2) Decidir cuál será un caso de lo que se comparará.** En este paso tomamos en cuenta las condiciones, espacios, tiempos u otros ejes de lo que estamos comparando y nos preguntamos, *¿cómo será un caso particular de lo que estamos comparando?* En el estudio de los bichos de hojarasca, vamos

a comparar los lugares sombreados y los lugares soleados del patio de la escuela. Un lugar sombreado será un caso de los lugares sombreados a través de todo el patio ¿no? Y ¿cómo será un caso de los lugares soleados? ¡Correcto! Un lugar soleado.

En teoría usted podría contestar su Pregunta examinando cada uno de los 12 lugares soleados y cada uno de los 14 sombreados que existen dentro del ámbito de la pregunta (el patio de la escuela), registrando hasta el último bichito que se encuentre debajo de la última hoja de la masa entera de hojarasca de cada lugar. Este estudio aportaría la respuesta más completa e indiscutible a su Pregunta ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de los lugares soleados y los sombreados del patio de la escuela?

Sin embargo es muy poco factible que usted pueda desarrollar un trabajo tan exhaustivo y seguir cumpliendo con la tercera pauta para preguntas. En realidad es imposible. En la indagación de los bichos de hojarasca y en casi todas las demás indagaciones científicas usted se enfrenta, como cualquier científico, al reto de “leer” fielmente la realidad al implementar un diseño justo de trabajo, dadas las restricciones impuestas por el tiempo y el esfuerzo disponibles para este estudio. ¿Cómo lo enfrenta? Al *muestrear algunos* casos determinados, no todos, de lo que está comparando. Según este muestreo usted obtendrá una respuesta directa y completa con respecto a la muestra de dichos casos examinados. Esto quiere decir que el muestreo justo y de tamaño adecuado (ver los pasos 3 y 4 abajo) le permitirá “leer” la realidad, no en su totalidad sino en una selección limitada de ella (paso 4). Es importante que esta selección limitada sea representativa de los casos que usted *no* muestreó (paso 3).

Para algunas preguntas, los casos que usted va a comparar resultan obvios o naturales. Para ilustrar eso, formulemos una pregunta nueva. El patio presenta un gran número de piedras pequeñas (de menos de 18 cm de ancho) y piedras grandes (de más de 30 cm de ancho), las que llevan pegadas al suelo un año o más. Debajo de ellas se encuentran varios tipos de bichos: milpiés, ciempiés, hormigas, arañas, cucarachas y caracoles, entre otros. Entonces usted se pregunta “¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran esta mañana debajo de *las piedras grandes y las pequeñas*, pegadas al suelo del patio?” El caso está delimitado de manera natural y obvia: es una piedra, ya sea grande o pequeña.

Sin embargo, para otras preguntas le toca a usted definir los casos y escogerlos arbitrariamente. Por ejemplo, la estudiante Andrea y sus compañeros proponen inicialmente la Pregunta ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la superficie del suelo de la cancha de fútbol del colegio y en el césped que la rodea? Aquí parece que están comparando la superficie del suelo de la cancha con el césped ¿verdad? Pero ¿cómo serán los casos de “la superficie del suelo de la cancha” y “el césped”? Ni el suelo de la cancha ni el césped presenta divisiones notorias. Existe un continuo de suelo y un continuo de césped. Andrea y sus compañeros ya acordaron que les será imposible registrar todos los cientos de miles de bichos de todo el continuo de la superficie del suelo de la cancha o de todo el continuo de la alfombra de césped.

Por lo tanto, Andrea y su grupo deciden que en vez de comparar la cancha como un todo con el césped como un todo, van a comparar varias *zonas* (lugares, puntos, parches) de la cancha con varias *zonas* del césped. Reconocen que deben cambiar las palabras de su Pregunta. Ahora será ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en *zonas* de la superficie del suelo de la cancha de fútbol y en *zonas* del césped que la rodea? Las *zonas* arbitrariamente definidas serán los casos.

Los del grupo de Andrea, puesto que han practicado la EEPE por dos años, son conscientes de la historia natural de los bichos. En consecuencia, deciden definir una “zona” como un espacio difuso de más o menos un metro y medio de ancho. También deciden que se debe mantener una distancia mínima de unos 3 metros, entre zona y zona examinada para que las zonas den “lecturas” independientes de lo que está sucediendo a través de toda la cancha, o todo el césped. Deciden trabajar en nueve zonas en el suelo de la cancha y nueve en el césped.

Para la selección de las zonas en la cancha, Andrea lanza una vara o percha de ropa nueve veces, tratando de alcanzar lugares dispersos en toda la cancha y descartando aquellos lanzamientos que llegan

a puntos demasiado cercanos entre sí, según su elección de la distancia mínima entre zonas. Cada punto seleccionado señala el centro de una zona (un caso) de la superficie del suelo de la cancha. De manera semejante el grupo de Andrea selecciona los nueve casos de césped, lanzando la vara o percha dentro del cinturón ancho de césped que rodea la cancha.

En la tabla 1 presentamos ejemplos de casos naturales (fáciles de distinguir a simple vista) y de casos arbitrarios (que hay que decidir cómo se definen arbitrariamente).

**Tabla 1. Ejemplos de casos para algunas comparaciones.** Aquí presentamos ejemplos de casos naturales fáciles de identificar y de casos arbitrarios. Entre paréntesis está lo que se va a *observar (medir) y registrar* por cada caso según la Pregunta particular (ver los pasos 5 y 6 abajo).

¿Qué es lo que se está comparando?	Caso natural
(Longitud del salto de) Grillos hembras y grillos machos.	Un grillo
(Circunferencia de) Troncos de eucaliptos y troncos de pinos.	Un tronco
(Superficie cubierta de musgos y líquenes en) Las caras norte de troncos y las caras sur.	Una cara de un tronco
(Tiempo pasado por flor, por una abeja melífera visitando) Flores de trébol y flores de diente de león.	Una flor que una abeja melífera está visitando
(Velocidad de) Hormigas coloradas y negras.	Una hormiga
(Rapidez de crecimiento de) Matas de maíz en sombra y matas de maíz en sol.	Una mata de maíz
(Quintales de frijoles producidos en) Parcelas con semillas sembradas a 3 cm o a 1 cm.	Una parcela
(Brillo de) Ventanas limpiadas con vinagre y alcohol o con el producto comercial.	Un vidrio de ventana
(Peso del suelo en) Parches de suelo arenoso y parches de suelo arcilloso.	Un parche de suelo
(Número de pulgones en) Ramitas de ixora exteriores y ramitas interiores.	Una ramita
(Abundancia de aves de bosque en) Lugares con diferentes intensidades de tala.	Un lugar con su intensidad particular de tala
(Número total de mariposas visitando las flores de margarita durante) Mañanas despejadas y mañanas nubladas	Una mañana
(Tipos de nidos de pájaros en) Árboles de eucaliptos y pinos, o árboles del bosque nativo.	Un árbol
(Cuáles y cuántos bichos debajo de) Piedras pequeñas y grandes	Una piedra
(Cuáles y cuántas plantitas en) Canteros descuidados por 2 meses y aquellos descuidados por 14 meses.	Un cantero

¿Qué es lo que se está comparando?	Caso arbitrario
(Superficie cubierta de musgos entre) Zonas del muro con exposición sur y zonas con exposición norte.	Una zona de un lado del muro
(Grado de dureza del suelo en) Zonas a diferentes distancias del alambrado del patio.	Una zona de suelo a su distancia particular del alambrado
(Número total de lombrices terrestres en) Zonas de suelo pelado del sendero y zonas del césped al lado.	Una zona de suelo de más o menos 200 cm de radio
(Número de abejas melíferas llegando a las flores de trébol en) Periodos de la mañana y periodos de la tarde de un mismo día.	Una media hora
(Cuáles y cuántos bichos en el suelo de) Zonas de la cancha de fútbol y zonas del césped.	Una zona de suelo de más o menos 150 cm de diámetro

### 3) Decidir cómo *distribuir* los casos a través del ámbito que la Pregunta específica.

En este paso nos aseguramos de seleccionar y distribuir los casos de tal forma que abarquen todo el ámbito sobre el que queremos hacer una “lectura” fiel y nos provean de una prueba justa de la Pregunta.

Salgamos de la cancha de fútbol y volvamos a la cuestión de los bichos de la hojarasca. Para contestar la Pregunta como está, que involucra todo el patio, usted debe seleccionar unos casos de lugares soleados y otros de lugares sombreados, distribuidos por todo el patio de tal forma que esté representada toda su heterogeneidad. ¿Sería justo elegir todos sus casos, tanto de lugares sombreados como de los soleados, sólo del lado sur del patio e ignorar los demás? ¿Por qué no? ¡Correcto! Porque sólo estaríamos conociendo lo que pasa con los bichos en un lado y no en todo el patio, y no estaríamos contestando la Pregunta original que hablaba del patio entero. En realidad contestaría otra Pregunta: ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de los lugares soleados y los sombreados del del patio de la escuela?

Por otro lado, asumiendo que los posibles lugares soleados y los sombreados estén bien distribuidos a través del patio entero y esparcidos entre sí ¿estaría bien si todos los casos sombreados que usted seleccionara estuvieran debajo de árboles de pino (y por ende con hojarasca de pinos) y todos los casos soleados que seleccionaba en lugares cercanos a árboles de sauce (y por ende con hojarasca de sauce)? ¿No? ¿Por qué no? ¡Correcto! Porque si usted hiciera el estudio así y encontrara diferentes tipos de bichos en los casos sombreados y en los soleados sería muy probable que aquellas diferencias reflejaran no sólo la influencia de sol y sombra sino también la influencia de la gran diferencia entre las dos clases de hojarasca. Es decir, en vez de contestar la Pregunta ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de lugares soleados y sombreados del patio de la escuela? estaría contestando, sin darse cuenta, la Pregunta ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de *lugares sombreados debajo de pinos* y la de *lugares soleados cerca de sauces* en el patio de la escuela? Usted habría caído en la trampa de un diseño mal hecho.

Si usted siguiera pensando que había contestado la Pregunta original mientras que comparaba los casos sombreados debajo de pinos y casos soleados cerca de sauces, sacaría conclusiones y reflexiones muy

erróneas. ¿Por qué? Ni la Pregunta que usted realmente habría contestado examinando lugares de un solo lado del patio, ni la que realmente habría contestado comparando lugares sombreados debajo de pinos y lugares soleados cerca de sauces, es la que quería contestar. Usted quería comparar lugares sombreados y soleados en el patio de la escuela. Punto. La moraleja: *el diseño debe concordar con la escala y las palabras precisas de la Pregunta.*

Ahora tomemos otro tema: la dimensión del *tiempo*. Pensemos en los bichos que habitan en la hojarasca: hormigas, ciempiés, milpiés, arañas, caracoles, escarabajos entre otros. Tales bichos son capaces de moverse ¿no? ¿Será que se mueven a lo largo del día? Es decir, ¿es posible que los resultados de una indagación llevada a cabo durante el clima fresco de la primera hora de clase, sean diferentes que los de la misma indagación llevada a cabo al mediodía? ¿Qué piensa?

Sin embargo, la Pregunta original ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de lugares soleados y sombreados del patio de la escuela? aún no especifica un horario particular. Inventemos otro escenario. Digamos que usted no quiere que sus estudiantes se quemen en el sol fuerte. Por ende, les sugiere que muestreen la hojarasca de los lugares soleados *durante la primera hora de la mañana* antes de que el sol les pegue fuerte, y la de los lugares sombreados *después, justo antes del mediodía*. ¿Ve usted un problema? ¡Correcto otra vez más! El diseño mal hecho le hizo otra trampa. No es una prueba justa de la Pregunta inicial sino de otra: ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en *la hojarasca de lugares soleados del patio escolar a la primera hora de la mañana* y cuáles y cuántos en *la hojarasca de lugares sombreados justo antes del mediodía*? A menos que usted cambiara la Pregunta así, sacaría conclusiones y reflexiones muy erróneas pensando que había respondido la Pregunta original.

Esto nos lleva a discutir más detalladamente sobre el *cuándo*. Hasta el momento hemos trabajado tres preguntas principales: 1) la que trata de los bichos de la hojarasca, 2) la de Andrea y sus compañeros sobre los bichos de la cancha y el césped y 3) la de los bichos debajo piedras de diferentes tamaños. Ninguna, excepto la última (¿cuáles y cuántos bichos se encuentran *esta mañana* debajo de las piedras grandes y las pequeñas, pegadas al suelo del patio?) precisaba tanto el ámbito en el tiempo como en el espacio. La Pregunta de los bichos de la hojarasca ¿precisaba el periodo de tiempo a que se refería o no? ¡Correcto, no lo precisaba! ¿Podemos, por lo tanto, suponer que la Acción puede tener lugar en cualquier momento de las 24 horas del día, cualquier día del año y cualquier año del siglo o milenio? ¿No? ¿Usted nos dice que la repuesta podría variar no sólo entre hora y hora sino también entre día y día? ¡Por supuesto! Entonces parece que la pregunta debería hacer más explícita su dimensión temporal. Una posibilidad es la siguiente:

¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de los lugares soleados y los sombreados del patio de la escuela entre las 8:00 y las 10:00 horas de hoy?

Y ahora, en la Pregunta de Andrea y sus compañeros sobre los bichos de la cancha y el césped ¿cómo puede usted modificarla para que precise el ámbito temporal?

Exploremos más el tema del tiempo. Como usted ya sabe, el eje de la comparación puede ser entre momentos o periodos de tiempo, por ejemplo entre distintos horarios del día, o entre días con climas diferentes o entre días de diferentes épocas del año. Por lo general las consideraciones que debemos tener en cuenta durante las decisiones de *¿dónde?*, también las debemos tener en cuenta durante las decisiones de *¿cuándo?* Pensemos en la Pregunta: ¿Cómo varía el número de mariposas que visitan las flores de la margarita del cantero en el patio, entre mañanas despejadas y mañanas nubladas de esta primavera (ver tabla 1)? ¿Tendría sentido registrar el número de visitas de las mariposas a las flores de margarita a lo largo de tres mañanas despejadas de un mes dado y tres mañanas nubladas del otro mes? ¿No? ¡Correcto! Hay que alternar las mañanas despejadas y las nubladas elegidas a lo largo de la primavera, tanto como hay que esparcir los lugares soleados y los sombreados a través del patio escolar.

A menudo el proceso de pensar explícitamente en estas consideraciones de tiempo, obliga a que se detalle más la Pregunta o a un cambio en su redacción. El anexo II presenta otro ejemplo al considerar la dimensión temporal.

Finalmente, en algunas indagaciones no sólo es factible sino también es muy interesante comparar el espacio y el tiempo a la vez. Le sugerimos que por lo general no incluya más de un eje de comparación en su Pregunta. De hecho los científicos más destacados se pierden con frecuencia en los diseños con preguntas que tienen muchos ejes de comparación. Sin embargo, la clase especial de indagaciones de forma “¿Cómo varía X (lo que se va a medir), entre las condiciones A y B y entre los periodos de tiempo 1 y 2?” no tiene que involucrar diseños complejos y puede conducir a descubrimientos reveladores y aprendizajes profundos.

Por ejemplo la posibilidad de que los bichos de la hojarasca puedan moverse entre hora y hora del día puede conducir a una inquietud muy interesante: ¿es posible que los bichos de lugares sombreados se muevan más entre hora y hora que los bichos de los lugares no sombreados, puesto que es probable que la temperatura y humedad de los lugares soleados varíe mucho según la incidencia del sol mientras que la temperatura y humedad de los lugares sombreados son más estables? Pensando así se puede formular la Pregunta: ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran hoy en la hojarasca *de los lugares soleados y los sombreados* del patio de la escuela, *a las 08:00 horas y luego a las 12:00 horas*? Le toca a usted pensar en un diseño adecuado con todos los cuidados que hasta ahora señalamos. Le damos una pista para empezar: según esta nueva Pregunta, el caso debe tratar simultáneamente la comparación entre sombra y sol y la comparación entre horarios. Es decir, el caso debe ser un lugar particular (soleado o sombreado) en un horario particular (a las 08:00 o a las 12:00).

Terminamos esta discusión del eje temporal con un aviso sobre siempre aplicar el sentido común. Sobra agregar el concepto del tiempo en aquellas preguntas que tratan de seres o fenómenos que no cambian con el tiempo o que cambian muy lentamente. Revise la siguiente Pregunta: ¿Cómo es el diámetro de los troncos de eucaliptos y los de pinos en el patio de la escuela, *a las 8 de la mañana de un día soleado*? Obviamente, el diámetro no va a cambiar entre uno y otro horario del mismo día, ni siquiera entre una semana y otra o un mes y otro. Es más que suficiente precisar el mes. La frase “a las 8 de la mañana de un día soleado” le entrega a la pregunta una precisión innecesaria y confusa.

**4) Decidir cuántos casos van a examinar.** Volvamos a analizar la Pregunta sin el eje temporal de los últimos párrafos: ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de los lugares soleados y los sombreados del patio de la escuela entre las 8:00 horas y las 10:00 horas de hoy? Habla de los lugares soleados en plural y los sombreados en plural. Por ende la pregunta exige que el diseño incluya varios casos (*réplicas*) de lugares soleados, no uno solo, y varios casos (*réplicas*) de lugares sombreados, no uno solo. Pero para poder contestar la pregunta adecuadamente ¿cuántas réplicas se necesitan de cada clase de lugar?

De la misma manera, la Pregunta ¿Cómo varía el número de mariposas que visitan las flores de la margarita del cantero en el patio, entre mañanas despejadas y mañanas nubladas de esta primavera? exige que usted mire las flores y mariposas durante varias mañanas despejadas y varias nubladas. Pero ¿cuántas réplicas de mañanas despejadas y cuántas de mañanas nubladas se necesitan? ¿Bastarán dos lugares soleados y dos sombreados, o dos mañanas despejadas y dos nubladas? Es poco probable que sólo dos réplicas de cada clase de la comparación le den resultados representativos de los muchos lugares o las muchas mañanas, respectivamente, a que se refiere la Pregunta. ¿Bastarán seis réplicas de cada clase de casos que está comparando? Mejor. ¿Once? Es más probable que en ambas indagaciones once réplicas (22 casos en total) no sólo sean excesivas sino que también estén bien fuera del alcance del tiempo disponible y agoten su paciencia y la de los estudiantes.

La cuestión del *número de casos* que deben examinarse (también llamado el *tamaño de [la] muestra*) ha preocupado a varias generaciones de ecólogos, agrónomos, estadísticos, forestales, sociólogos, investigadores en las ciencias de la salud y otros. Tanto usted como ellos deben aprovechar su sentido común, reconociendo que más vale muchas réplicas que pocas pero también que el trabajo en cada caso conlleva alguna inversión de tiempo y esfuerzo. Ojalá que el tiempo y esfuerzo disponibles para su indagación y la capacidad (y el ánimo) de los estudiantes alcancen para lograr un tamaño de muestra razonable.

Por ejemplo, creemos que es factible seleccionar 5 mañanas despejadas y 5 nubladas, alternando entre ellas, sin acabar con el ánimo de los estudiantes. Y ya le avisamos que el patio de la escuela brinda un total de 12 lugares sombreados y 14 lugares soleados con hojarasca. Al revisar el tiempo disponible, usted decide trabajar con tamaños de muestra de 4 y 4, respectivamente. Dibuja un croquis y les asigna códigos numéricos de 1 a 26 a los 26 lugares. Escribe los números "1" hasta "26" en pedacitos de papel, los mezcla en una funda plástica y selecciona *al azar* 4 de los papelitos con números entre 1 y 12 (correspondientes a los lugares sombreados), y *al azar* 4 de aquellos entre 13 y 26 (correspondientes a los lugares soleados). Listo.

Finalmente ¿por qué destacamos las palabras *al azar*? Si usted no selecciona los casos con algo de azar es muy fácil caer sin darse cuenta en la trampa de buscar los "mejores" casos para muestrear, tanto de lugares soleados como de lugares sombreados. Peor aún, usted podría imponer sus ideas preconcebidas sobre el muestreo de tal manera que buscara sin darse cuenta los lugares soleados con menor probabilidad de tener bichos (con espesor mínimo de hojarasca y ningún riego, por ejemplo) y los lugares sombreados con mayor probabilidad de tener bichos (con hojarasca gruesa y riego frecuente). La búsqueda o de los lugares "mejores" o de aquellos con mayor probabilidad de cumplir con sus ideas preconcebidas ¿le daría una lectura justa y fiel de todos los lugares soleados y sombreados a través del patio?

Sin embargo, tenga cuidado del azar. El azar puro, por ejemplo la selección ciega de los 4 papelitos, también puede resultar en una lectura injusta e infiel del patio como un todo si todos los números que salen resultan ser los de lugares soleados (o sombreados) en un solo sector del patio. Andrea y sus compañeros no hicieron una selección al azar de sus casos sino que hicieron su muestreo "al azar con ojos medio abiertos" para asegurarse que los casos estuvieran dispersos a lo largo de la cancha de fútbol y del cinturón de césped. Por lo general no haga ni un muestreo "dirigido" ni uno de puro azar sino uno "al azar con ojos medio abiertos".

**5) Detallar qué se medirá por cada caso que se va a examinar.** Regresemos a la Pregunta de casi siempre: ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de los lugares soleados y los sombreados en el patio de la escuela entre las 08:00 horas y las 10:00 horas de hoy? Aquí ¿qué se medirá en cada uno de los 4 lugares sombreados y los 4 soleados? Es decir, ¿cómo son las observaciones que los estudiantes registran en sus libretas para un caso dado? ¡Correcto! El conteo de ejemplares por cada uno de los tipos de bichos encontrados en ese lugar, o simplemente: ¡cuáles y cuántos bichos!

Vuelva a revisar la tabla 1. Sin precisar las Preguntas completas a que se refiere, la tabla presenta una lista corta de ejemplos típicos de comparaciones, lo que serían sus respectivos casos y lo que se mediría según las intenciones del investigador y las palabras precisas de la Pregunta. En algunos ejemplos se tomarían *mediciones cuantitativas*. Éstas son de distancias (longitud, circunferencia); de superficie (de musgos y líquenes en caras de troncos, o de musgos en muros); de tiempo (de la visita de una abeja melífera a una flor); de distancia por unidad de tiempo (velocidad, rapidez de crecimiento); de peso (de frijoles, de suelo) y de dureza (de suelo). En la próxima sección discutimos cómo y con qué se tomarían tales mediciones. Sin embargo, en otros ejemplos lo que se mide es un simple *conteo* de pulgones; de aves; de mariposas; de lombrices terrestres o de abejas melíferas llegando a los tréboles. En otros

más, lo que se observa y registra por cada caso no es numérico sino es *cualitativo*. Para cada caso se registra una lista de sus atributos: los tipos de nidos de pájaros, por ejemplo. Finalmente, en unos ejemplos se combina la lista de tipos de cosas, con conteos por cada tipo. Además de nuestro ejemplo de casi siempre (cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de los lugares...) están las indagaciones de: cuáles y cuántos bichos se encuentran debajo de piedras, cuáles y cuántos bichos se encuentran en zonas de la cancha y el césped y cuáles y cuántas plantitas se encuentran en los canteros.

¿Hay una manera de medición (netamente cuantitativa, de conteos, de clases cualitativas o de clases más conteos) que sea más “precisa”, “correcta” o “científica” que otra? No. La selección de qué medir depende de la curiosidad e inquietud de fondo de la Pregunta, las intenciones del investigador y la naturaleza de lo estudiado. Existen muchas indagaciones importantes realizadas por los científicos profesionales donde lo que se “mide” es la lista de especies de animales, de plantas o de tipos de suelo, por ejemplo.

Además, aún en aquellas indagaciones profesionales que tratan de listas de especies no siempre es necesario que el investigador use los nombres científicos formales de las especies (¡ver la cuarta pauta para la Pregunta!). Si usted y sus estudiantes realizan una de las muchas indagaciones posibles en el patio de su escuela sobre “¿cuáles bichos...? ¿cuáles plantitas...? ¿cuáles y cuántos bichos (o plantitas)...?” tampoco es necesario conocer, y darles a los ejemplares los nombre científicos formales. De hecho, le recomendamos que *nunca use o exija los nombres científicos formales* de los seres vivos, suelos etc. sino que use los nombres locales. Si no se conoce el nombre local entonces ¡inventen un nombre creativo y descriptivo! “Escarabajo Pinocho” es un nombre mucho más llamativo e interesante al niño (y adulto) que *Anthonomus grandis*, ¿no es así?

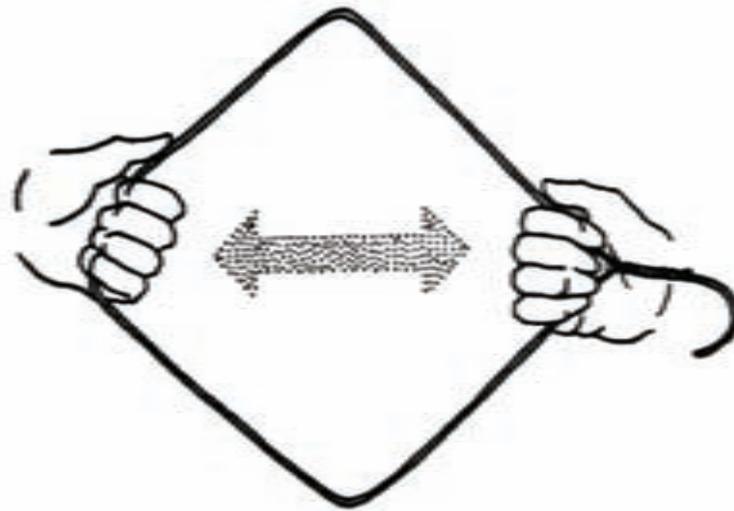
**6) Planear cómo y con qué se realizará la medición.** Ya conocemos qué estamos comparando; hemos definido la naturaleza de los casos y cuántos habrá; ya sabemos cómo los distribuiremos y en qué horario (o día o mes) los vamos a estudiar. Además ya sabemos qué vamos a observar [medir] y registrar por cada caso. ¿Y ahora podemos comenzar? Todavía no. Quedan dos decisiones más para completar el diseño: cómo y con qué realizaremos la medición, o la *metodología*.

Para algunas indagaciones la metodología parece ser clara y sencilla. Consideremos la Pregunta ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran esta mañana debajo de las piedras grandes y las pequeñas, pegadas al suelo del patio? ¿En qué consistirá la metodología? ¡Correcto! Levantamos rápidamente la piedra y registramos todos los bichos que estaban debajo de ella antes de que huyan, a través de toda la superficie del suelo donde la piedra estaba pegada. Aparte de libreta y lápiz, los únicos equipos que se necesitan son la mano, para levantar la piedra, y los ojos. Sin embargo, para otras indagaciones existen metodologías alternativas y la selección de una u otra no siempre es obvia.

¿Se necesita emplear una *unidad estándar*? Si es así ¿en qué consistirá? No siempre es posible tomar las mediciones a través del caso como un todo como en el ejemplo de las piedras, sea el caso arbitrario o natural. Y si los casos son arbitrarios ¿cómo se tomarían los datos a través de una “zona” no definida? Por eso a menudo es recomendable emplear una *unidad estándar* (uniforme) en que se registra la información en cada caso, de tal forma que: (a) no se ocupe tanto tiempo por caso; sin embargo, (b) le dé una idea bastante confiable de lo que está pasando a través del caso como un todo y (c) se pueda aplicar de la misma manera a todos los casos.

Volvamos al ejemplo de los bichos de la hojarasca. Usted y los estudiantes ya han restringido el muestreo a 4 casos en lugares soleados y 4 casos en lugares sombreados. Pero pensando en su llegada al primer caso que van a investigar ¿podrán muestrear todos los bichos de la hojarasca de ese lugar dentro de un periodo corto de tiempo y luego muestrear los otros 7 casos dentro de las dos horas que tienen disponibles? Probablemente no ¿verdad? Y aunque eso fuera factible, si los variados lugares soleados y sombreados presentaran áreas muy diferentes entre sí ¿cómo se podría recolectar datos

comparables entre casos con superficie grande y casos con superficie pequeña? Tendrán que elegir una *unidad estándar* de medición que se emplee de manera uniforme en cada uno de los casos.



**Figura 5.** Cuadrado (cuadrante) fabricado de una percha de ropa.

Por ejemplo, su *unidad estándar* puede definirse como el volumen de hojarasca delimitado por el cuadrado formado por la percha de ropa (figura 5), tanto en cada caso de lugares soleados como en cada caso de lugares sombreados. Ustedes registran todos los bichos encontrados en la hojarasca que cae dentro de ese área uniforme, la percha abierta, en vez de toda la masa de hojarasca que está en ese lugar. Técnicamente, usted tiene que ajustar un poco la definición de lo que está midiendo, porque ahora se refiere a la *unidad estándar* (el volumen de hojarasca definida por las dimensiones de la percha de ropa), o simplemente... ¡cuáles y cuántos bichos por *unidad estándar*! Ver el anexo II para un ejemplo semejante.

Y ¿si la indagación compara periodos del tiempo? Regresemos a la Pregunta ¿Cómo varía el número de mariposas que llegan a las flores de la margarita en el cantero del patio, entre mañanas despejadas y mañanas nubladas de la primavera? El caso de lo que se está comparando es una mañana, sea ella despejada o nublada. Pero ¿los pequeños pasarán una mañana entera sentados, mirando las mariposas? Quizás no. Por eso se puede definir una *unidad estándar* como un periodo de 10 minutos, el que no acaba con su paciencia.

Así usted puede decidir salir con los pequeños 3 veces cada mañana, por ejemplo a las 08:30, a las 10:00 y las 11:30, para observar las mariposas por periodos de 10 minutos cada vez. Posteriormente tiene que sumar o promediar los registros de los tres periodos, para obtener *un solo valor para caracterizar la mañana (el caso) como un todo*. No caiga en la trampa de pensar que de repente hay 30 casos de lo que se está comparando, 15 casos (5 mañanas x 3 periodos) de mañanas despejadas y 15 (5 mañanas x 3 periodos) de mañanas nubladas. Aún existen los mismos 10 casos de lo que se está comparando, 5 de mañanas despejadas y 5 de las nubladas. Por ende se quiere un total de 10 valores de lo que se está midiendo, 1 valor para cada caso, sea que proviene de una sola *unidad estándar* por aquel caso (como fue el ejemplo de los bichos de la hojarasca en el párrafo anterior) o sea el promedio o la sumatoria entre varias unidades estándar por aquel caso. La tabla 2 da posible selecciones de unidades estándares para algunos de los ejemplos de la tabla 1.

**Tabla 2. Ejemplos de unidades estándar**

Lo que se está midiendo	Caso	Unidad estándar
(Cuáles y cuántos bichos en) La hojarasca de lugares sombreados y la de lugares soleados.	Un lugar con hojarasca	Volumen de hojarasca debajo del cuadrado definido por la percha de ropa.
(Superficie cubierta de musgos y líquenes en) Las caras norte de troncos y las caras sur.	Una cara de un tronco	Rectángulo vertical de 20 cm X 30 cm a la altura del pecho.
(Rapidez de crecimiento de) Matas de maíz en sombra y matas de maíz en sol	Una mata de maíz	Un intervalo de 30 días entre la primera medición de la mata que ya tiene 15 cm de altura, y la segunda medición
(Número total de mariposas que están volando en) Mañanas despejadas y mañanas nubladas	Una mañana	Período de diez minutos (debería haber varios periodos por mañana, cuyos datos se suman o promedian)
(Cuáles y cuántos bichos en) Zonas de la cancha de fútbol y zonas del césped	Una zona de suelo de más o menos 150 cm de diámetro	Círculo de 50 cm de diámetro sobre el punto central de la zona
(Grado de dureza del suelo en) Zonas a diferentes distancias del alambrado del patio	Una zona a su distancia particular del alambrado	Un punto en que se comprueba el grado de compactación (debería haber varios puntos, cuyos datos se suman o se promedian para darle un valor al caso como un todo)

En muchos estudios la elección de la unidad estándar en que se tomarán los registros es bastante arbitraria. Si tiene una indagación en que el uso de una u otra unidad estándar parece tener sentido, le toca elegir las características de la unidad estándar para que el muestreo sea eficiente y apropiado a la escala de lo que se está comparando y a la escala de lo que se está midiendo. Realmente los dos criterios fundamentales en la selección de la unidad estándar, son *el sentido común y la historia natural de lo que se está indagando*, en particular su punto de vista sobre el espacio y el tiempo (REFERENCIA CRUZADA capítulo 3 – Indagación: Puntos de vista). Por lo general, la unidad estándar o el conjunto de ellas que se emplean para registrar lo que se está midiendo en un caso particular, debe ser de esfuerzo o tamaño suficiente como para darle una idea bastante confiable de lo que existe a través del caso como un todo, aunque no sea la idea exacta. Por ejemplo, una unidad estándar definida por un cuadradito de 2 x 2 cm no le daría una idea confiable de cuáles y cuántos bichos habiten en la hojarasca de un lugar sombreado.

¿Con qué mediremos lo que vamos a medir? Ahora, preguntémonos ¿con qué? ¿Cómo se puede medir el grado de dureza (compactación) del suelo? Puede emplear un aparato costoso que se llama “penetrómetro de suelos” (¡en serio!). Éste le da una medición precisa (aunque no siempre exacta) en unidades físicas de medición, de qué tan duro está el suelo en un punto. Sin embargo, eso no cumple con la cuarta pauta para Preguntas de trabajo. En su lugar puede conseguir un clavo muy largo o una vara puntiaguda de hierro, más una piedra resistente o martillo y medir la dureza del suelo como el número de golpes de fuerza uniforme que se necesitan para que el clavo o la vara entre en el suelo hasta 9 cm de su longitud. Ya tiene

una medición no absoluta (es decir, no le da *unidades* físicas del grado de la dureza del suelo) sino relativa (le da un *índice* bien confiable del grado de dureza, el que se puede comparar entre zona y zona de suelo).

De manera semejante, usted y sus estudiantes pueden medir la circunferencia de un tronco, o la distancia del salto del grillo, hasta el milímetro más cercano usando una cinta métrica (centímetro). Sin embargo, una alternativa es usar un hilo marcado en largos de “la uña del dedo de Juanita”, lo que le da un índice comparativo a las distancias. Por medio de tal experiencia usted puede fomentar la discusión sobre por qué sería preferible usar una escala de medición mejor estandarizada que la uña del dedo de Juanita, e introducir a los estudiantes el concepto de la escala métrica, su utilidad y su origen. Además pueden preguntarse por qué los estadounidenses todavía se niegan a usar la escala métrica y siguen usando las medidas anacrónicas de pie y pulgada. También puede medir el tiempo que la abeja melífera pasa en una flor o con el reloj digital o sin ningún equipo aparte de la voz y el sentido de ritmo: “mil y uno, mil y dos, mil y tres”. Lo importante del ¿con qué? no es el grado de sofisticación o precisión sino la consistencia en su uso, de tal forma que el registro final no esté sesgado.

Para resumir esta parte, volvamos otra vez más a la Pregunta de los bichos de la hojarasca. ¿Cómo es la metodología (la que luego describirá durante la presentación)? En cada uno de los 8 lugares (4 casos de lugares soleados y 4 de sombreados) se lanza la percha de ropa (figura 5). Donde caiga la percha se recolecta la hojarasca que está dentro del volumen indicado por la percha y se echa en una bandeja de cocina que previamente se ha dispuesto para esto. Con la hojarasca en la bandeja se buscan los bichos, hasta el último pulgoncito visible. Se identifican los bichos con nombres inventados, descriptivos y creativos si no conoce el nombre común. Se manejan los bichos con mucho cuidado para no hacerles daño y se devuelven rápidamente, junto con la hojarasca, al lugar original (REFERENCIA CRUZADA: capítulo 4, La ética en la investigación).

Eso fue sencillo ¿no? Bueno, ahora probemos una nueva Pregunta que requiere una metodología un poco más detallada. Aquí va:

Hoy, empezando a medir a las 10:30 horas, ¿cómo varía la preferencia entre montículos de diferentes alimentos (migas de atún en aceite, migas de galletas de sal y granos de azúcar morena) de las pequeñas hormigas negras que viven en la grieta del cemento, y cómo cambia esa preferencia entre periodos de 2 minutos a lo largo de 18 minutos?

¿Qué se está comparando? Los 3 montículos de distintos alimentos y los 9 periodos de tiempo de 2 minutos, durante los 18 minutos en total. ¿Cuál será el caso? Un montículo de alimento durante un intervalo de tiempo dado. ¿Dónde, cuándo y cuántos? Esto se discutirá en el párrafo siguiente. Puesto que usted ha definido el ámbito de la pregunta como estos montículos particulares de alimentos y este sólo hormiguero durante ese periodo de sólo 18 minutos, puede investigar dicho ámbito entero y no tiene que haber réplicas adicionales. ¿Qué se medirá por cada caso? El número de hormigas llegando a cada alimento durante un periodo de 2 minutos; en este ejemplo la unidad estándar (2 minutos) coincide con la duración del caso. ¿Cuáles materiales se necesitan? Los tres alimentos y un reloj, aunque recalamos que ni siquiera el reloj es imprescindible. Si no existe, un miembro del equipo de indagadores puede contar ocho veces de 0 a 120.

La secuencia de pasos de la metodología: localizar la entrada al hormiguero. Al momento “cero”, colocar un montículo de aproximadamente 2 cm de diámetro de cada alimento enfrente y a igual distancia de la entrada al hormiguero. Por 2 minutos, registrar cada hormiga que llegue a cada montículo y “muestre interés” en el alimento (es decir, que toque el montículo). Luego se cuentan las hormigas que llegan a los montículos entre el minuto 2 y el 4, el 4 y el 6 y sucesivamente, hasta el intervalo entre el minuto 16 y el 18 inclusive. ¡Listo!

Para armar la metodología que mejor mide lo que usted va a medir, aproveche su imaginación, creatividad, sentido común y, si está trabajando con plantas o animales, el punto de vista de ellos. Existen numerosas metodologías alternativas para el estudio de las hormigas y para la mayoría de las demás indagaciones. Una fase clave de la Reflexión (ver abajo) es revisar críticamente la metodología utilizada y proponer alternativas

posiblemente mejores. No se olvide del cuarto criterio para las preguntas. Muchas indagaciones no requieren ningún equipo extra para observar (medir) lo que se va a observar (medir), aparte de los ojos más otros sentidos y habilidades de los investigadores. Otras sí requieren materiales, pero estos pueden ser tan caseros como el que se presenta en la figura 5. Con los materiales listados en la tabla 3, otros fabricados a partir de estos o los que usted y los estudiantes inventen, podrán llevar a cabo miles de indagaciones científicamente fuertísimas en el patio escolar y aún en la universidad. Ningún material de la lista es muy costoso y se pueden conseguir en prácticamente cualquier lugar.

### **Tabla 3. Materiales y equipos útiles para llevar a cabo indagaciones completas en el patio de la escuela.**

Por supuesto puede haber otros pero ésta es una lista básica.

Perchas para ropa (colgadores de ropa, ganchos) de alambre
Cucharas soperas suficientemente brillantes para que hagan de espejo
Cucharas grandes de madera, o palitas de jardinería
Palas
Baldes
Pirola (pita, cuerda, sogá) de fibra (manila) o de nylon, un rollo de 100+ m
Piolín (cuerda fina)
Reglas milimetradas
Metros baratos de modistería (centímetros, cintas métricas)
Bandejas grandes de hornear u otros recipientes grandes y planos, por ejemplo bandejas de plástico o cajones de madera
Coladores de cocina baratos
Bolsas plásticas (fundas) de varios tamaños
Vasitos de plástico (para fabricar balanzas, entre otras decenas de usos)
Clavos largos y fuertes, y clavos corrientes y comunes
Dardos, pinceles, témperas o tizas (para hacer puntería y buscar "al azar")
Toallas de papel
Tijeras baratas
Envases (botellas) vacíos de gaseosa (soda, refresco), de varios tamaños
Papel en hojas grandes o rollos (papel de afiche o de papelógrafo, papelotes, rotafolios o papel periódico)
Marcadores permanentes para papel (fibrones, plumones)
Cinta de papel (cinta de enmascarar o de embalaje, cinta masking, tirro)
Atún o sardinas en aceite
Miel de abeja
Azúcar
Galletas de sal (de agua)

Hay una consideración final, fundamental e imprescindible a la hora de seleccionar la metodología: *la ética de la investigación*. En el capítulo 4 hablaremos explícitamente de la ética en general, desde su abordaje desde la EEPE en adelante. Por ahora simplemente cabe mencionar que al momento de planear la indagación vale la pena preguntarse si hay una metodología alternativa que baje los costos sobre lo que estamos estudiando sin sacrificar la calidad de la indagación y el aprendizaje que resulte. Esta “pre reflexión” puede conducir a un nuevo diseño del estudio, en especial respecto a los elementos de este paso particular **6**, antes de llegar al paso **7**.

Para resumir los pasos del diseño de la indagación, revisemos las decisiones tomadas para diseñar la indagación según la Pregunta ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en la hojarasca de los lugares soleados y los sombreados del patio de la escuela entre las 8:00 y las 10:00 horas de hoy?

1. Detallar qué se comparará según lo especificado en la Pregunta: los lugares soleados con hojarasca y los sombreados con hojarasca.
2. Decidir cuál será un caso de lo que se comparará: un lugar con hojarasca, sea ese soleado o sombreado.
3. Decidir cómo distribuir los casos a través del ámbito que la pregunta especifica: por medio del “azar con ojos abiertos” se muestrearán tanto casos soleados como casos sombreados a través de la gama de condiciones que existen en el patio, a fin de que sean representativos de los lugares soleados como un todo y los sombreados como un todo.
4. Decidir cuántos casos se van a examinar: se muestrearán 4 casos de lugares soleados y 4 de lugares sombreados. Inicialmente se seleccionarán al azar. Sin embargo, si el puro azar no proporciona una “lectura fiel” del conjunto de lugares soleados como un todo y/o de lugares sombreados como un todo se volverá a seleccionar papeles con números hasta que los lugares seleccionados cumplan con el paso 3.
5. Detallar qué se medirá por cada caso que se va a examinar: el conteo de bichos por cada uno de las clases de bicho encontradas.
6. Planear cómo y con qué se realizará la medición: en cada uno de los 8 lugares (4 casos de lugares soleados y 4 de sombreados) se lanzará el cuadrado fabricado de la percha de ropa (figura 5). Donde caiga, se recogerá la hojarasca que está dentro del volumen indicado por la percha y se pondrá en una bandeja de cocina grande que previamente se ha dispuesto para esto. Con la hojarasca en la bandeja se buscarán los bichos, hasta el último pulgoncito visible. Se identificarán los bichos con nombres inventados, descriptivos y creativos si no conoce el nombre común. Se manejarán los bichos con mucho cuidado para no hacerles daño y se devolverán rápidamente, junto con la hojarasca, al lugar original.

**7) Recolectar y registrar la información según las decisiones 1 a 6.** Ahora sí, ¡manos a la obra! “Bueno”, dirán los investigadores, “¡por fin vamos a hacer la parte más divertida!” Y tienen toda la razón. Sin embargo, sin los pasos previos bien hechos, éste pierde mucho de su encanto porque gastaremos valioso tiempo en el patio para ponernos de acuerdo o, en el peor de los casos, no recolectaremos la información adecuada para contestar nuestra Pregunta. No olviden salir equipados con papel y lápiz para registrar sus observaciones y con todas las herramientas que definieron en la actividad anterior.

Siempre es útil diseñar previamente los cuadros donde se van a registrar las observaciones de lo que se está midiendo en cada uno de los casos de lo que se está comparando. Aquí van dos ejemplos: un cuadro para registrar la información de la Pregunta de los bichos de la hojarasca (tabla 4), y uno para registrar la información de la Pregunta de las hormigas hambrientas (tabla 5).

**Tabla 4. Formato para registrar bichos (nombre y número) encontrados en las parcelitas de hojarasca delimitadas por la percha de ropa (figura 5), en lugares sombreados y soleados del patio escolar.**

CASOS							
Lugares soleados				Lugares sombreados			
1	2	3	4	5	6	7	8

**Tabla 5. Formato para registrar el número de hormigas que llegan a los tres tipos de alimentos en cada observación de 2 minutos, empezando en el minuto 0.**

Observación	Número de hormigas llegando a:		
	Migas de atún	Migas de galleta de sal	Azúcar
minuto 0 al 2			
minuto 2 al 4			
minuto 4 al 6			
minuto 6 al 8			
minuto 8 al 10			
minuto 10 al 12			
minuto 12 al 14			
minuto 14 al 16			
minuto 16 al 18			

En la tabla 5 y muchas otras, vale agregar otra columna o espacio más de *observaciones particulares*, donde los estudiantes registren cualquier cosa llamativa que suceda durante la toma de datos según la Pregunta.

**8) Organizar, analizar y resumir los resultados.** Al terminar la toma de datos, usted habrá recopilado toda la información que la Pregunta requería, sea un conjunto de dibujitos, nombres de

bichos o plantas, conteos, mediciones cuantitativas u otras observaciones. En muchas indagaciones, pero no en todas, habrá ingresado las observaciones en una clase u otra de tabla como son las tablas 4 y 5. A veces ya no se necesita más organización. Por ejemplo, la tabla 6 es simplemente la 5 al terminar la Acción.

**Tabla 6. Número de hormigas que llegaron a los tres tipos de alimentos por cada observación de 2 minutos, empezando en el minuto 0.**

Observación	Número de hormigas llegando a:		
	Migas de atún	Migas de galleta de sal	Azúcar
minuto 0 al 2	0	0	0
minuto 2 al 4	0	0	0
minuto 4 al 6	0	0	8
minuto 6 al 8	2	0	15
minuto 8 al 10	5	1	20
minuto 10 al 12	3	0	30
minuto 12 al 14	0	0	40
minuto 14 al 16	7	0	40
minuto 19 al 20	20	0	50

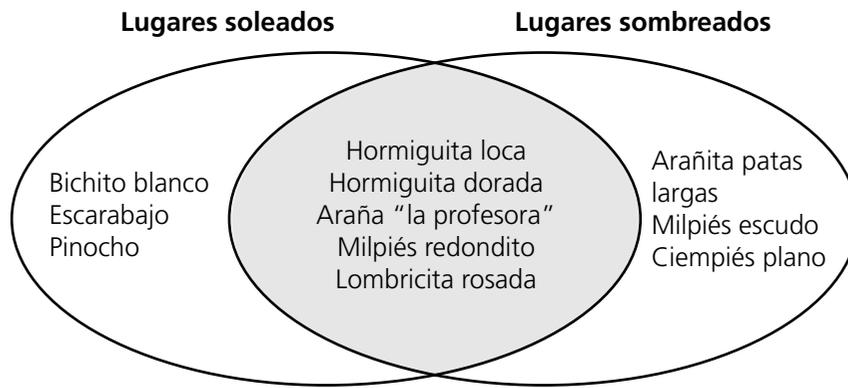
En otras indagaciones será difícil entender y trabajar la información ya obtenida en las hojas de datos a menos que se organice mejor. Por ejemplo, en la indagación de los bichos de la hojarasca los estudiantes terminarán con una lista de nombres y conteos de bichos para cada uno de los 10 lugares (tabla 4). Algunos nombres se repetirán en varias columnas y, lo más interesante según la Pregunta, algunos de ellos se encontrarán en todas o casi todas las columnas que representan los lugares soleados y no se encontrarán en los lugares sombreados, o viceversa. Sin embargo, mirando esta tabla será difícil ver esa u otra tendencia. Por ello es muy conveniente elaborar una nueva tabla más “afinada”, como la que se muestra como tabla 7. Esta nueva tabla tiene por objetivo organizar mejor los resultados ya que al darle una línea a cada tipo de bicho e indicar su conteo en un lugar, dejando el espacio en blanco si aquel bicho no estuvo, evitamos que el nombre del bicho se repita y que nuestra tabla sea muy confusa.

**Tabla 7. Registros de bichos (nombre y número) encontrados en las parcelitas de hojarasca, delimitadas por la percha de ropa (figura 5), de lugares sombreados y soleados del patio escolar.**

Tipo de bicho	Lugares soleados				Lugares sombreados			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Hormiguita loca	14	19	22	7	2	3		5
Hormiguita dorada	4			11	12	17	3	12
Arañita patas largas	3				1		2	1
Araña "la profesora"	1					3	1	1
Ciempiés plano					1	2	1	1
Milpiés escudo					1	1	3	
Milpiés redondito			1		2		1	1
Bichito blanco	23	13	31	11				
Escarabajo Pinocho		1		3				
Lombrecita rosada				1	5	3	7	3

No siempre es necesario que se arreglen los resultados de manera tan ordenada, como en el caso de las hormigas. Además si los investigadores son de preescolar (educación inicial) o el primer año del ciclo básico, la información puede consistir en establecer rangos menos finos tales como: más - menos; muchos - algunos - ninguno; más pesado - más liviano o más largo - más corto, o en poner círculos de diferentes tamaños para indicar más o menos hormigas. Por otro lado, los estudiantes a partir del quinto año escolar pueden sumar y promediar los resultados o realizar otras operaciones matemáticas. Asimismo, los de secundario o preuniversitario que han emprendido indagaciones con diseños muy cuidadosos y muchas réplicas, ahora pueden aplicar análisis estadísticos u otras herramientas a los resultados. Sin embargo, independientemente del nivel de los estudiantes, ellos y usted deben tener total claridad de por qué están realizando los resúmenes y análisis de los resultados crudos y cómo esto contribuirá a responder la Pregunta inicial.

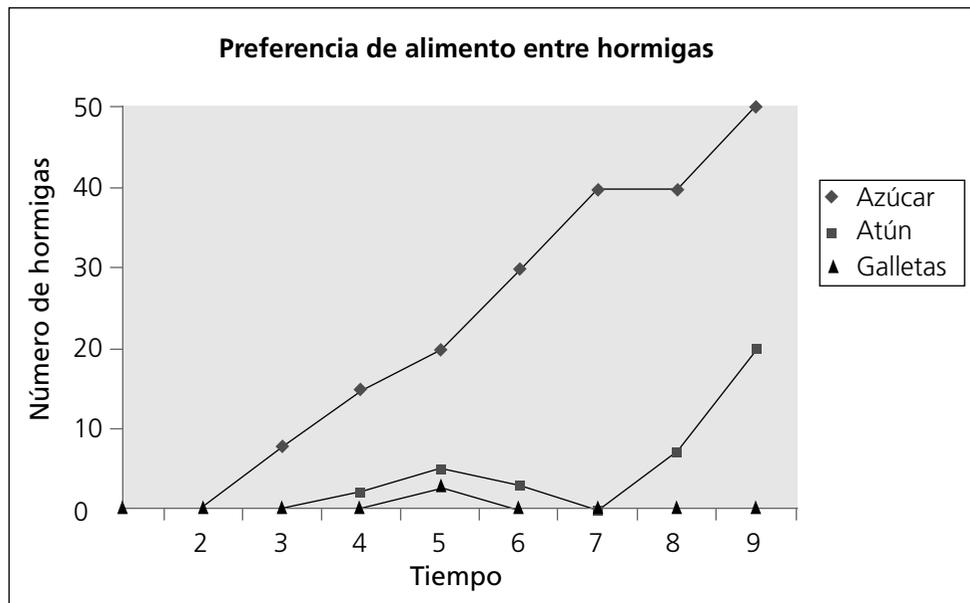
**9) Presentar los resultados de la manera más clara y sencilla posible.** Algunas veces una tabla, como la 7, u otro formato que usted haya realizado en el paso anterior es suficientemente clara para presentar los hallazgos. Sin embargo, generalmente presentar los resultados en dibujos, gráficas u otro formato visual facilita la comprensión de los patrones y estimula más a la reflexión y las ideas para indagaciones nuevas. Por ejemplo, las tendencias generales mostradas por la tabla 7 saltan a la vista si resumimos los resultados en un dibujo de conjuntos (figura 6), que está al alcance de muchos niños del tercer año escolar.



**Figura 6.** *Un dibujo de conjuntos que resume (¿demasiado?) los hallazgos presentados en la tabla 7, de los bichos de la hojarasca.*

Los bichos que están en la zona de intersección de ambos conjuntos estuvieron presentes por lo menos en un caso de los lugares soleados y en un lugar sombreado. Los que están fuera de la zona de intersección están presentes en un sólo ambiente. En vez de nombres escritos puede haber dibujitos de los bichos.

La figura 7 también nos permite visualizar las tendencias en el comportamiento de las hormigas mejor que el cuadro numérico (tabla 6). En la figura podemos observar una fuerte preferencia por el azúcar hasta el último periodo de tiempo, cuando de repente las preferencias de las hormigas cambian al atún (¿primero el postre, luego el plato fuerte?).



**Figura 7.** *Número de hormigas que llegan a cada uno de los tres tipos de alimento.*

En cualquier caso, antes de optar por graficar todos los resultados es necesario que usted tenga en cuenta cinco precauciones sobre las gráficas.

(1) Con frecuencia las gráficas “pierden” información interesante e importante. Por ejemplo, si resumimos los registros de la tabla 7 para presentarlos en el dibujo de conjuntos (figura 6) y luego descartamos la tabla 7, ya no podemos saber cuáles clases bichos se encontraron en un lugar particular, o en cuáles lugares particulares de los 8 se encontró un bicho particular. Además, ya no sabemos nada de

cuántos ejemplares encontramos de cada clase. La figura 6 indica que la lombricita rosada se encuentra tanto en los lugares soleados como en los sombreados, pero la tabla 7 muestra que estuvo en todos los casos de lugares sombreados y sólo en un caso de los lugares soleados. Por lo general la tabla completa indica una mayor variación de tipos de bichos entre muestra y muestra de los lugares sombreados que entre muestra y muestra de los soleados, un hallazgo interesante que la figura no puede mostrar. Estos detalles, además de ser importantes biológicamente (ver capítulo 3), pueden generar muchas reflexiones y nuevas preguntas.

En cambio la figura 7 sí presenta toda la información contenida en la tabla 6. En este ejemplo no se perdería información si se presentara sólo la gráfica. Sin embargo, en términos generales es mejor presentar tanto una tabla bien organizada con toda la información como una o varias gráficas. Solamente si en la gráfica o cualquier otra figura se encuentra toda la información se puede omitir la tabla.

También trate de evitar otra manera de resumir demasiado la información al redactar la gráfica. Considere la indagación de las mariposas volando en mañanas despejadas y nubladas. Es muy tentador promediar o sumar los conteos a través de los 5 casos de mañanas despejadas y luego a través de los 5 de mañanas nubladas. Sin embargo así se pierde la información sobre cómo es la variación en lo que se está midiendo, entre caso y caso. Una gráfica de barras, con un conjunto de 5 barras indicando el número total de mariposas registradas por cada una de las mañanas despejadas y otro conjunto de 5 barras de otro color para las mañanas nubladas, revelará qué tan diferente son los registros entre mañana y mañana y si a pesar de aquella variación se mantiene una diferencia uniforme entre las despejadas y las nubladas.

(2) Esto no quiere decir que usted trate de presentar *toda* la información en una sola gráfica o figura, porque así probablemente se tornaría muy confusa y compleja. La cuarta pauta de las preguntas (simple y directa) también aplica para ellas. Una vez más, su sentido común será el que gana.

(3) Otra limitación de las gráficas es que si se hacen cambios en las escalas de alguno o ambos ejes se puede modificar los patrones aparentes y el impacto visual de los resultados. Es necesario ser muy cuidadoso y ético cuando se seleccionan las escalas en las gráficas para que se presenten los resultados verdaderos de la forma más objetiva y honesta posible, facilitando la visualización de los patrones pero sin exagerarlos o minimizarlos. Tanto como el diseño de la Acción debería proveernos de una “lectura fiel” de lo que queremos comparar y medir, la gráfica debería proveernos de una “lectura fiel” de los resultados de la Acción.

(4) Tenga en cuenta que existe una variedad de diferentes tipos de gráficas y que a menudo habrá un tipo que sea más adecuado que los demás para la presentación de la información. Por ejemplo, a pesar de su uso frecuente las gráficas tipo torta casi nunca son la mejor selección. Las gráficas de barras, de puntos y líneas (como la figura 7) o de puntos sueltos son, con mayor frecuencia, más apropiadas. Entre ellas la selección depende de la indagación particular. No hay espacio aquí para detallar los criterios que conducirían a una u otra selección. Para muchas indagaciones las gráficas de barras sirven para presentar los resultados, aunque como se ve en la figura 7 no siempre es así. Hasta los estudiantes del primer ciclo de la educación básica pueden aprender a construir gráficas de barras a partir de una indagación donde los datos consisten en conteos, por ejemplo de bichos o plantitas. Si para un caso el número de hormigas locas fue de 7 y para otro caso 4, entonces los niños hacen 11 dibujitos de hormigas y pegan 7 en la columna correspondiente al primer caso y 4 para el segundo.

(5) Todas las gráficas menos la de torta, incluyendo la de las columnas de dibujitos de hormigas, consisten en dos líneas perpendiculares entre sí: el eje horizontal o el “X” y el eje vertical o el “Y”. *Sin excepción el eje horizontal (X) corresponde a lo que se está comparando y el vertical (Y) muestra lo que se está midiendo por cada caso de lo que se está comparando.*

▶▶▶ En fin... hay que reconocer que una pregunta que cumpla bien con las cuatro pautas, con unos ajustes de vocabulario puede ser apropiada para investigadores desde preescolar hasta universitario (REFERENCIA CRUZADA: capítulo 4 – recuadro 3 ). El ajustar una indagación al nivel de los estudiantes no significa que la Pregunta tenga que volverse más o menos compleja. Lo que cambia es el grado de elaboración y complejidad del diseño, como también la metodología y la manera de resumir y analizar los hallazgos. La Pregunta sobre la preferencia alimenticia de las hormigas puede ajustarse con pocos cambios de palabras, a indagaciones para estudiantes de preescolar hasta una de tesis de post-grado en biología.

Usted puede encontrar una presentación mucho más detallada del proceso de diseñar un estudio en el texto “El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad” (Feinsinger, Peter. 2004. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, <http://www.fan-bo.org/editorial>).

## Tercer paso: Reflexión

A lo largo de este capítulo hemos resaltado que cada uno de los tres pasos del Ciclo de Indagación es primordial para lograr un aprendizaje. En el tercer paso, la Reflexión, este proceso se completa a través de la discusión de *lo que podría ser* en un ámbito más amplio, a partir de *lo que es* (lo que encontramos en la experiencia de primera mano; ver Anexo II). Este tercer paso, por lo tanto, es imprescindible llevarlo a cabo y hacerlo de forma completa.

Para los científicos jóvenes del patio de la escuela puede ser un poco desafiante de abordar, especialmente cuando todavía se están familiarizando con el Ciclo de Indagación. Probablemente necesitarán el apoyo y guía de su co-investigador adulto (usted). Sin embargo, es probable que necesiten tal apoyo y guía sólo al inicio. En la mente del tercer autor de este texto está grabada indeleblemente la imagen de unos niños EEPEístas de Montevideo (Uruguay), reflexionando sobre sus indagaciones más profunda, crítica, amplia y creativamente que muchos grupos de científicos profesionales, y sin ninguna guía de la profesora.

La Reflexión empieza por una pregunta “puente”: *¿que encontramos?* (figura 7, por ejemplo y anexo II). Con base en las respuestas a esta pregunta (es decir lo que es) comenzamos a pensar en lo que *podría ser* (Anexo II). Las preguntas *¿por qué* podría haber pasado así? empiezan a surgir. Se articulan las ideas de nuevas indagaciones. Surgen más inquietudes. *¿La forma de recoger la información fue la más adecuada para contestar la pregunta? ¿Podría existir alguna relación entre el evento que investigamos y otras cosas que suceden y que observamos en el patio de la escuela? ¿Qué podrían significar los resultados obtenidos en el Patio con respecto a lo que vemos alrededor de nuestra escuela, en nuestro entorno más amplio? ¿Será posible que la respuesta que obtuvimos en el Patio de la Escuela sea la misma para un evento semejante en lugares diferentes? Si hay un sitio en el que se puede aprender a usar el verbo condicional, ese es la Reflexión.*

Ilustremos el proceso de la reflexión con un nuevo ejemplo. Imagínese que una estudiante que no sabe de la sección anterior (el diseño de la Acción y los ajustes a la Pregunta) realiza un ciclo de indagación completo, pasando por todos sus pasos:

**Pregunta:** *¿Cuál es el número de lombrices terrestres en el suelo desnudo del sendero pisoteado constantemente por los niños, y en el suelo poco pisoteado y cubierto por césped?*

**Acción:** Para averiguarlo la estudiante elige un punto en el medio del sendero y otro punto en el césped cercano. En cada punto excava un hueco de 30 x 30 centímetros y de 20 centímetros de profundidad. En el primer hueco encuentra 2 lombrices y en el segundo 27, incluyendo fragmentos de lombrices que la pala había partido. Ella decide presentar los hallazgos (2 y 27) por medio de una sencilla gráfica de torta.

**Reflexión:** La estudiante mira su gráfica y concluye: “Había muchas más lombrices en el hueco que excavé en el césped no pisado, que en el que excavé en el sendero.” Empieza a reflexionar. Se pregunta ¿La gráfica de torta fue la mejor manera de presentar los datos? ¿No habría sido mejor dibujar una gráfica de barras? ¿Fue correcto contar cada fragmento de lombriz como si fuera una lombriz entera? o ¿podría haber sido más acertado contar varios fragmentos de lombriz, como un solo registro (por ejemplo 2 fragmentos = 1 registro de lombriz)? La decisión de excavar un solo hueco en cada clase de suelo ¿fue una “prueba justa” de su pregunta, o debería haber excavado varios huecos en cada clase de suelo a fin de obtener una muestra más representativa según la pregunta ¿Cuál es el número de lombrices terrestres en zonas del suelo desnudo del sendero pisado constantemente por los niños y en zonas del suelo poco pisado y cubierto por césped?

Proponiendo por el momento que los hallazgos sí podrían representar las tendencias a través de un área total más extensa que solo los 1.800 cm<sup>3</sup> muestreados en cada hueco, ¿a qué se podría deber esa diferencia llamativa en abundancia de lombrices? ¿Podría ser que la causa fuera la dureza (compactación) del suelo en el sendero y la blandura del suelo del césped (su inquietud original)? Podría, pero aún no ha comprobado directamente la dureza de suelo, así que si ella quiere examinar ese factor deberá realizar una nueva indagación según la inquietud: ¿Cómo es la dureza de suelo en el sendero y en el césped cercano?

Además, durante la Acción la estudiante observó que el suelo del sendero parecía ser mucho más seco que el suelo del césped. Ahora le surge la duda ¿podría ser que la abundancia de lombrices varíe sencillamente según la humedad del suelo, cualquiera que sea la dureza? Para comprobar esta nueva posibilidad tendrá que realizar otra indagación en que se compararán suelos húmedos y secos pero de durezas algo semejantes. O, la diferencia en abundancias de lombrices ¿podría ser el simple resultado de la presencia y ausencia de vegetación (paso), cualquiera que sea la dureza o humedad del suelo? Posiblemente... y nace la idea de otra indagación más. ¿Podría la tendencia que la estudiante encontró en su Acción, invertirse entre día y noche o entre la época lluviosa y la seca? y ¿cómo podría ella comprobar estas posibilidades por medio de otras indagaciones adicionales?

¿Qué ideas y especulaciones surgen de sus hallazgos cuando la estudiante se pone a pensar en los ámbitos más allá del espacio y tiempo limitado del estudio en el patio de la escuela? Por ejemplo, le podría surgir la inquietud ¿cuál sería el efecto de las distintas prácticas agrícolas de mi zona, en las abundancias de las beneficiosas lombrices? ¿Sucederá algo semejante en los campos intensivamente cultivados y en aquellos cubiertos de pastizales naturales? O, ¿cuáles serían los efectos de los senderos peatonales en los parques urbanos sobre los suelos, lombrices y otros bichos del suelo? Y ¿en reservas silvestres o parques nacionales? Note que tales reflexiones pueden conducir al desarrollo autónomo de actitudes y acciones hacia la conservación del entorno y el uso sostenible de recursos, a que nos referimos en la sección introductoria de este capítulo.

En esta etapa de la Reflexión (ver anexo II) los investigadores sean niños o adultos pueden buscar ideas e información de otras fuentes para apoyar la observación y las especulaciones propias: los textos que tengan a mano (los que suelen contener errores y/o simplificaciones erróneas); Internet (a menudo menos confiable todavía que los textos); los archivos de la municipalidad y las entrevistas con los ecólogos locales, los vecinos de la escuela, los abuelos, los granjeros etc. Esta información les proporciona unas posibles explicaciones adicionales que complementan los resultados de su indagación y que les permite relacionar su experiencia con un mundo más amplio. Les lleva a plantearse otras inquietudes y preguntas, que conducen a otro(s) ciclo(s) de indagación de primera mano y les provee de un esquema conceptual cada vez más sofisticado en el cual se colocan sus propias observaciones.

No obstante, *es imprescindible destacar que la consulta a las fuentes de información no sustituye ningún paso del Ciclo de Indagación: ni la construcción de la Pregunta, ni la reflexión espontánea y menos aún la experiencia de primera mano.* Es fundamental que se considere el

consultar las fuentes de información como una actividad de apoyo al Ciclo de Indagación de primera mano y no como un fin en sí mismo.

Recuerde que queremos afianzar la capacidad de los pequeños científicos de aprender por sí mismos, sin “tragar entero” lo que dicen los libros, los adultos o sus propios compañeros de clase. Si a pesar de aplicar el Ciclo de Indagación cuidadosamente, volvemos a buscar y creer sólo en la respuesta que encontramos en los libros y el Internet, no estaremos haciendo investigación, no estaremos afianzando la habilidad de nuestros pupilos de pensar de forma crítica e independiente. Por lo tanto, les aconsejamos a aquellos que guían indagaciones, que mientras se familiarizan con el uso del Ciclo de Indagación no dependan en ninguno de sus pasos de la consulta de las fuentes de información para llevar a cabo las experiencias de primera mano. Así la niña o el niño podrán desarrollar sus propias capacidades. Posteriormente el uso de las fuentes de información se puede introducir poco a poco durante los ciclos escolares, a medida que las niñas y niños fortalezcan su capacidad de comparar, señalando críticamente las diferencias y coincidencias entre lo que dicen las fuentes (que pueden estar equivocadas) y los resultados de sus indagaciones propias. De esta manera, no sólo aprenderán acerca de los temas ecológicos incluidos en sus preguntas sino también aprenderán a tener confianza en sí mismos y aumentarán su autoestima.

## La presentación

Para este momento habremos descubierto y aprendido cosas muy curiosas en nuestro patio y nos habremos divertido llevando a cabo la Acción que respondió a nuestra Pregunta. Además, habremos observado cosas interesantes que no estuvieron en la Pregunta, por ejemplo el comportamiento fascinante de la oruga con “cuernos” o el bicho bolita. Queremos contarles a otros nuestros hallazgos, lo que hemos hecho y de qué modo, las conclusiones y reflexiones en torno a los resultados. La comunicación no es sólo una responsabilidad ética sino también una ayuda práctica. Es muy probable que los comentarios y preguntas de otros (otros grupos de la clase, otras clases) puedan ampliar y fortalecer la reflexión y proveer nuevas ideas. La crítica constructiva puede estimular la reflexión y reevaluación del proceso, fortaleciendo la capacidad de los estudiantes para defender objetivamente lo que han hecho. En última instancia, es muy probable que la comunicación de su indagación lleve a estimular a otros para que hagan otras propias, empujando además la evolución de los conceptos sobre los que basamos la indagación.

En términos prácticos, la comunicación de la indagación se puede hacer de dos formas: oral o escrita. La primera provee un espacio para interacción entre los presentadores y la audiencia. La segunda exige la gramática, ortografía, lenguaje y presentación correctas. Ambas estimulan a los presentadores a ser muy claros, concisos y precisos en sus textos y gráficas. Por ahora sólo quisiéramos mencionar esta fase. En el capítulo 4 le mostraremos detalladamente cómo la presentación tanto oral (en el “congreso científico”) como por escrito, además de la indagación en sí, puede abarcar la gran mayoría de las destrezas, competencias y habilidades del contenido curricular en vigencia y más.

# ***¡ANÍMESE! ¡NO TENGA MIEDO!***

## **ANÍMESE A DISEÑAR Y FACILITAR LAS INDAGACIONES**

Luego de revisar las muchas páginas de este capítulo, el Ciclo de Indagación, las preguntas, las pautas con las cuales éstas deben cumplir, el diseño del estudio, el tratamiento posterior de la información, el modo de reflexionar, las sugerencias sobre cómo cortar la dependencia con los textos y otras fuentes

“sabias” (que siempre le han servido de salvavidas o por lo menos de paracaídas), seguramente usted se está preguntando ¿cómo no olvidar nada de este proceso? ¡Es posible que usted quisiera nunca haber conocido la EEPE o el Ciclo de Indagación!

Duerma tranquilo. Las únicas cosas que en realidad necesita activar son el sentido común, el entusiasmo y los ojos y mente abiertos. Tanto usted como sus estudiantes pueden plantear y llevar a cabo indagaciones estelares. Para que empiece, mientras vence sus temores, aquí va la indagación verdaderamente completa, científica y ganadora de la medalla de oro, armada con mucha diversión por maestras de preescolar (educación inicial) de Tandil, Argentina, para sus alumnetos y alumnetas de 4 - 5 años.

**Pregunta: ¿Cuáles hormigas corren más rápido, las coloradas pequeñas o las negras grandes?**

**Diseño y Acción:**

- En la vereda, marcar dos líneas rectas paralelas con una piedra puntiaguda, con una distancia entre sí de aproximadamente el brazo de uno de los niños de 5 años.
- Inventar una canción sobre las hormigas.
- Seleccionar una hormiga para vigilar.
- Al momento en que cruza la primera línea, empezar a cantar la canción.
- Al momento en que cruza la segunda línea, cortar la canción.
- Anote hasta dónde llegaron en la canción.
- Repetir todo, por 3 hormigas de cada tipo.

Resumen, análisis y presentación de los hallazgos:

- Dibujar seis líneas de dos clases o colores (en la arena, en la pizarra o en el papelote) que indiquen crudamente hasta qué palabra llegaron en la canción antes de que la hormiga cruzara la segunda línea. O, inventar una manera más creativa de representar los diferentes tiempos de recorrido.
- Comparar y discutir las velocidades de las tres hormiguitas coloradas y las tres hormigotas negras.
- Dejar que los niños reflexionen que las líneas (o, canciones) más largas indican hormigas más lentas, o sea que la velocidad es el inverso del largo de tiempo transcurrido para cubrir una distancia fija.

**Reflexión:**

- Entonces ¿cuáles hormigas corren más rápido?
- ¿Por qué? ¿Qué piensan?
- ¿Tienen el mismo número de patitas o no? ¿Las dibujamos?
- ¿Tienen patitas del mismo largo?
- Si las patitas de una hormiga son más cortas que las de la otra, ¿significa que siempre corre más lento? O, ¿es posible que mueva las patitas más rápido y por lo tanto corra tan rápido como la otra?
- El conejito ¿corre rápido?
- ¿Podrías capturar el conejo o no, por correr más rápido que él?
- ¿Quién es más grande, tú o el conejo?
- ¿Quién tiene patas más largas, tú o el conejo?
- ¿Quién mueve sus patas más rápido, tú o el conejo?
- ¿Ahora que piensas? ¿Siempre los más grandes, o los con patas más largas, corren más rápido o no?
- Si tuvieras más patas ¿podrías correr más rápido? ¿Qué piensas?
- ¿Quién tiene más patitas, la hormiga o el ciempiés que encontramos en la maceta?
- ¿Qué piensas? ¿Cuál va a correr más rápido?

- ¿Cómo podríamos contestar esa pregunta?
- ¿Las hormigas van a correr más rápido si colocamos unos alimentos más allá de la segunda línea?
- ¿Cómo podríamos contestar esa pregunta?
- Si las hormigas no corren en líneas rectas ¿cómo podemos estudiar su rapidez?
- ...y más y más...

Por favor note que esta indagación, apta para los niños de cinco años, no solamente es mucho más completa, rigurosa y científica que muchas tesis de grado sino también incluye la ecología, la biología en general, la matemática, la física, el cuerpo humano, la música, el arte plástica, ... Realmente ¿fue tan difícil eso? o, ¿fue un desafío divertido?

## CONVIERTA LOS SUPUESTOS “FRACASOS” EN OPORTUNIDADES DE APRENDER SIN PAR

Hay que reconocerlo: todos tenemos miedo a fracasar en algo. Particularmente los estudiantes y sus docentes viven atemorizados por eso. A los estudiantes los asusta fracasar al no presentar resultados “buenos” y “correctos” en sus estudios. A los profesores, los asusta fallar en la transmisión de los conocimientos y no contribuir adecuadamente con la formación de sus estudiantes, o el riesgo de que los estudiantes no consigan los resultados “esperados” según los textos y las ideas preconcebidas.

En esta sección queremos ilustrar algunos sucesos con los que nos hemos enfrentado al usar el Ciclo de Indagación no sólo en la EEPE sino también en los estudios profesionales propios. Algunas personas pensarían en estos sucesos como si fueran “fracasos”, pero creemos que sucede todo lo contrario. De ninguna manera constituyen fracasos, sino *oportunidades de aprender* profundamente y sin par *por medio de la Reflexión y las nuevas indagaciones que pueden resultar.*

Imagínese que su grupo de investigadores acaba de resumir y analizar la información que recogieron en el paso Acción del Ciclo de Indagación. Para su sorpresa y la de sus compañeros, estos resultados son diferentes a los que se esperaban según los textos y sus propias ideas preconcebidas. Su primer pensamiento puede ser “ ¡¡UYYYYY!! ¡Lo que hicimos está mal!” Sin embargo, *siguiendo el proceso entero del Ciclo de Indagación los hallazgos inesperados no pueden ser el resultado de errores.* Por el contrario son *lo que es*, la realidad justa para ese lugar y tiempo de la indagación y bajo las condiciones de su diseño. Estos hallazgos nos muestran posibilidades que no habíamos considerado y nos enseñan que cada lugar y cada momento son particulares. Los textos suelen hablarnos de tendencias generales, simplificando la naturaleza compleja y a veces perpetuando conceptos equivocados o errores propios. Si los investigadores, sean niños del primer ciclo o ecólogos profesionales, están “leyendo” fielmente la naturaleza entonces lo que descubren es la verdad, dentro del ámbito puntual de la indagación.

En síntesis, el hecho de encontrar resultados inesperados o sorprendentes nos exige que revisemos las ideas preconcebidas. Como aprendices, esta es la única forma real de aprender y la ciencia siempre ha avanzado en la medida en que los conocimientos preconcebidos no han sido apoyados por las indagaciones. Nuestro aprendizaje, como el de todos los científicos, no se da a partir de la teoría sino a partir de la realidad. La realidad que no apoya lo preconcebido nos exige preguntarnos durante la Reflexión, “pues ¿por qué NO resultó según lo que esperábamos? ¡Ajá! ¿Podría haber sucedido así porque...? y esa posibilidad, ¿cómo podríamos comprobarla? ¡Hagamos otra indagación!” Esto no es un fracaso, es el proceso natural de aprender y de descubrir cada vez más de la bella complejidad de la historia natural de nuestros alrededores. Así se construye el conocimiento y una nueva pregunta que cumpla con las cuatro pautas y conduzca a una indagación novedosa.

Durante todos los procesos de investigación en ecología a todo nivel, desde el preescolar hasta el programa de doctorado y más allá, muchas veces entran en juego sucesos y fenómenos imprevistos

que no tomamos en cuenta al formular la pregunta y hacer nuestra indagación. La formación académica más completa del mundo no lo prepara a usted ni a los estudiantes para la llegada de la vaca suelta que pisotea el hormiguero siete minutos después del inicio de la indagación acerca de las preferencias de las hormigas por los diferentes alimentos (figura 7). De veras, ese suceso frena la indagación original. Pero en vez de castigar a la vaca y decir palabrotas, aproveche la oportunidad para aprender más todavía. Nuevas preguntas pueden surgir tales como: “¿Cuántas hormigas están buscando alimentos antes y después del pisoteo de la vaca?” “¿Cómo varía la rapidez con que empiezan a reconstruir el hormiguero, y el número de hormigas involucradas, entre las hormigas de diferentes especies?” “¿Cómo varía la reacción de las hormigas a un niño saltando en la tierra a distintas distancias del hormiguero?” Al plantear e iniciar las nuevas indagaciones usted le agradecerá su llegada a la vaca.

En otra ocasión podemos descubrir que aunque hemos construido una Pregunta, llevado a cabo una Acción muy cuidadosa para contestarla y guardado las vacas detrás del alambrado, el diseño (la metodología inclusive) de la Acción no era adecuado para contestar la pregunta. ¡Ah, esta es una muy buena oportunidad de aprender sobre las indagaciones! Tenemos la posibilidad de reflexionar sobre cómo mejorar el diseño, proponer uno nuevo y volver a hacer la indagación.

Con respecto a la metodología en sí (el paso 6 de la secuencia de diseñar la Acción), podemos reflexionar sobre la posibilidad de que la metodología usada no leyó fielmente lo que queríamos observar (medir), proponer alternativas y plantear indagaciones en las cuales lo que se compara es directamente las distintas metodologías. Así las indagaciones ecológicas serán un excelente pretexto para abordar naturalmente otras áreas como la tecnología (la manera de inventar formas cada vez más confiables y precisas para medir lo que queremos medir) o el diseño de estudios (la manera de implementar mejores formas para alcanzar respuestas justas y veraces a nuestras preguntas).

En otra indagación nos encontramos con que unos datos son “cero” (tabla 6). Muchas veces nos referimos a que algo o alguien es “cero a la izquierda” cuando queremos decir que no tiene importancia. Pero la realidad es que el cero es tan importante como cualquier otro dato. Nuevamente, estamos haciendo una lectura de la realidad.

La duda mayor surge cuando los investigadores, jóvenes o maduros, no logramos conseguir ningún dato que no sea “cero”, o ningún dato y punto. Capaz que ninguna lombriz aparece en los volúmenes excavados de suelos. Capaz que ninguna hormiga sale del hormiguero, o salen bastantes pero ninguna se acerca a los deliciosos alimentos. Capaz que ninguna mariposa o abeja aparece en el jardín. Pero aunque podrían ser motivo de desánimo al inicio, tampoco son fracasos, de ninguna manera. Antes de caer en la desesperanza hay que reconocer que existen cosas que no podemos controlar, tales como el clima o el simple comportamiento de los bichos. ¡Esto no es su culpa! Las reflexiones empezarán por la pregunta obvia “y ¿por qué no pasó nada?” Las especulaciones y propuestas que la siguen, serán ricas y diversas.

Digamos que estaba lloviendo fuerte o haciendo frío al momento de trabajar con las hormigas. La reflexión puede llevar a otra indagación según la pregunta, “¿Cómo es la actividad de las hormigas, la tendencia de buscar alimentos y (si los buscan) la preferencia entre los distintos alimentos, en días con y sin lluvia? O, ¿antes y después de la llegada de un frente frío?” En otros casos no se pudo tomar ningún dato porque el tiempo fue insuficiente. La reflexión podría empezar por “¿Cómo podemos volver a diseñar la indagación a fin de realizar la Acción completa dentro del tiempo disponible?” Finalmente cabe recalcar que el registro cero significa que “no lo vi” o “no lo encontramos” y no significa que “no está” (ver anexo II).

Si usted y los estudiantes se animan a profundizar las indagaciones sobre la ecología en el patio de la escuela como un viaje de descubrimiento compartido y apasionante, hacia destinos desconocidos y misteriosos, la única inquietud que usted tendrá será cómo convencerlos de dejar de indagar y volver al

salón de clases a estudiar el capítulo 21 del tomo III del texto de las ciencias naturales. Esperamos que le hayamos convencido de que los supuestos “errores” en las indagaciones mismas sirven como oportunidades de aprender sin par. Sea usted el guía de la indagación o sean los estudiantes los protagonistas desde el principio (REFERENCIA CRUZADA: capítulo 4 – Tipos de indagación según la intervención del facilitador) no hay cómo esperar que la indagación salga perfecta, y esa imperfección en sí lleva a aprendizajes sin fin.

## NO TENGA MIEDO DE DECIR “NO SÉ”

Es bien probable que como educador tenga miedo de ser falible en otro sentido, en lo que les contesta a los estudiantes cuando le preguntan algo. Es posible que sienta que usted debe ser “perfecto” y la fuente segura de conocimiento para sus estudiantes, en particular si la escuela en que enseña es muy exigente en cuanto a los logros esperados de los estudiantes. También es posible que se sienta un poco inhibido de ser creativo debido al riesgo de críticas o de contratiempos.

Bien, les aseguramos que los profesores universitarios de ecología y de otros campos tienen más miedo todavía de errar. En teoría ellos se han formado a fin de transformarse en las verdaderas “fuentes de sabiduría y conocimiento”. Sin embargo, ni el profesor universitario ni usted debe pretender ser La Autoridad Infalible. Dicha persona no existe. Su papel no es darles las respuestas a los estudiantes sino facilitar su aprendizaje y, ojalá, enseñarles que usted puede preguntarse con ellos y que no tiene las respuestas pero sí el ánimo de compartir la búsqueda. Ese es el educador que marca la diferencia. Jamás se olvide de esto. Vea que decía Albert Einstein al respecto:

*Nunca les enseñe a mis alumnos, sino trato de proveerles de las condiciones en que pueden aprender.*

En este manual destacamos que el aprendizaje propio o de primera mano por medio del Ciclo de Indagación es una herramienta sumamente poderosa para la educación formal. Un paso imprescindible de dicho ciclo es la Reflexión. Y el fundamento de la Reflexión es la diferencia a toda escala entre lo poco que sabemos sin duda (en este caso el conjunto de hallazgos según el paso de la Acción) y las propuestas y especulaciones que construimos sobre esa base. De lo poco que sabemos, podemos decir “es así”. Del resto hasta el infinito, debemos decir “podría ser”, “creo que” y otras frases que siempre incorporen alguna incertidumbre.

Le sugerimos que aplique la misma filosofía en su interacción con los estudiantes. Si está absolutamente seguro de algo, puede decirles “es así,  $2 + 2$  es  $4$ ” pero si le surge la menor duda tal vez podría hacérsela conocer a sus estudiantes. Mejor todavía, si el estudiante se acerca a usted con una pregunta no tan puntual como es la de  $2 + 2$ , recuerde su papel como facilitador, no La Autoridad, del aprendizaje. *Aunque conozca la respuesta, dígame al alumno “Yo no sé, pero ¿cómo podrías TÚ conseguir la respuesta?”* Devuélvale su compromiso y la responsabilidad de buscar la respuesta, induciéndole a aprender independiente y creativamente. Por favor no tenga miedo de errar, de no saber. Si se “arriesga” algo, no sólo aprenderá usted sino también los estudiantes van a aprender mejor, aunque al inicio la autoestima de usted pague un pequeño costo.

## ANTES DE ANDAR MÁS ALLÁ...

Antes de terminar este capítulo y empezar el próximo para sumergirnos en los temas y retos del contenido curricular, los conceptos de la ecología y otros aspectos de la educación formal, vamos a recordarle sintéticamente los pasos del Ciclo de Indagación.

**RECUADRO 1 Los pasos del ciclo de indagación y sus diferentes fases.****Pregunta**

Que la pregunta sea:

- responsable
- comparativa
- sexy
- sencilla y directa

Que la pregunta indique claramente:

- lo que se comparará
- lo que se medirá
- el ámbito espacial y temporal

**Acción**

Que luego de la pregunta, pero antes de la primera recolección de información, se decida:

- de nuevo, qué se comparará, quizá más detalladamente que en el paso de redactar la pregunta;
- cómo será el caso unitario de lo que se comparará;
- cuáles casos unitarios se van a examinar;
- cuántos casos unitarios se van a examinar;
- qué se medirá por cada caso unitario que se va a examinar, quizá más detalladamente que en el paso de redactar la pregunta; y
- cómo se va a medir lo que se medirá, es decir la metodología.

Que según el diseño, con mucho cuidado se recolecte y registre la información

Que luego de terminar la toma de información se organicen, analicen y resuman los resultados.

Que se presenten los resultados de la mejor forma posible.

**Reflexión**

Que la Reflexión, uno de los pasos en que más aprendizaje puede suceder, cubra los siguientes aspectos:

- entonces ¿qué encontramos? Es decir, ¿qué resultados obtuvimos?
- ¿por qué podría haber sucedido así? ¡Aquí sí el por qué! ¿Podría ser la causa en que pensábamos cuando propusimos la pregunta?
- ¿Algún aspecto oculto del diseño en sí podría haber determinado o afectado los resultados obtenidos?
- ¿Algún aspecto imprevisto de la metodología en particular podría haber determinado o incidido en los resultados obtenidos?

- ¿Podría ser la causa un suceso puntual imprevisto? [la vaca suelta, la lluvia...]
- ¿No podrían haber incidido significativamente en lo que medimos, otros factores de la historia natural que no consideramos al inicio de la indagación y por lo tanto la pregunta no los mencionó (el comportamiento inesperado de los bichos, el efecto críptico de los incendios del pasado)?
- ¿qué posibles implicancias tiene lo que descubrimos en el patio de la escuela, en otros lugares o tiempos? ¿Cómo podrían extrapolarse a otras escales tales como los cultivos, la ganadería, los parques nacionales?
- ¿cuáles preguntas nuevas y capaces de conducir a nuevas indagaciones, surgen de cada uno de los aspectos que reflexionamos?



## TEMAS EN EL ENTORNO ESCOLAR PARA ABORDAR DESDE EL CICLO DE INDAGACIÓN

En el capítulo anterior describimos con detalle los pasos del Ciclo de Indagación y presentamos algunas herramientas para sacar el mayor provecho a cada uno de ellos. Como ejemplos usamos indagaciones que trataron de inquietudes, marcos conceptuales y Preguntas enfocadas en el mundo natural como se encuentra justo fuera de la puerta del salón de clases. La mayor parte del presente capítulo tratará de manera ordenada los variados temas ecológicos que se pueden desarrollar en la EEPE. Luego, ampliando más aún los ámbitos temáticos presentaremos unos esquemas para aplicar el Ciclo de Indagación al mundo de nosotros los seres humanos, el área amplia de las ciencias sociales.

### LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE ECOLOGÍA Y EL CICLO DE INDAGACIÓN

#### Los patios de escuela y sus recursos

Esperamos que habiendo revisado el capítulo 2 usted ya no sienta que la ecología, como ciencia natural, sólo se pueda trabajar en lugares completamente “naturales”, ni que su patio de la escuela ofrece pocos recursos relevantes al tema. La realidad es que se puede indagar sobre ecología en cualquier contexto, aún en patios que a simple vista son de puro cemento.

Pero ante todo: ¿qué son “recursos”? Según el Diccionario de la Real Academia Española, se definen como el “conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad o llevar a cabo una empresa”. Nosotros estamos en la “empresa” de enseñar ecología en el patio de la escuela, usando el Ciclo de Indagación de primera mano como nuestra principal estrategia. Necesitamos, por lo tanto, conocer

cuáles son los recursos con que contamos para la EEPE en ese patio. Le invitamos a recorrer detenidamente su escuela y hacer un inventario de sus recursos.

### EJERCICIO 3 Los recursos del patio de su escuela

Recorra su escuela y todo el terreno que le pertenece, desde los corredores y galerías hasta el patio y las canchas de fútbol. No olvide los montículos de restos vegetales dejados por los jardineros y otros depósitos de basura donde puede haber "inquilinos" inesperados. Mire debajo de las piedras y los muebles viejos y arrumbados. Revise los rincones debajo de los techos y el techo mismo, las macetas, las grietas de las paredes y del cemento, los arbustos y árboles si existen, las cercas y los setos que marcan los límites de la escuela. Si es posible, también aléjese hasta un punto desde donde pueda ver la escuela y sus alrededores a la vez. Si puede hacer un croquis apuntando la ubicación de los recursos que no son móviles, tanto mejor. La Tabla 8 le presenta algunos recursos que se pueden encontrar (¡aunque no todos a la vez!) en los patios de las escuelas latinoamericanas.

**Tabla 8. Lista de recursos comunes en escuelas de América Latina**

Macetas	Jardines	Charcos, permanentes o temporales según la lluvia
Canteros	Huerta escolar	Partes pantanosas
Cercas y alambrados	Zonas "descuidadas"	Excavaciones
Muros, paredes	Zonas quemadas (por ejemplo, donde se queman los restos de plantas)	Canchas de deporte
Techos por encima y lados inferiores de techados	Suelo desnudo y a la intemperie	Juegos infantiles (y pozos debajo de ellos...)
Pozos	Suelo desnudo y cubierto por el techado	Telas de arañas
Veredas (andenes) con césped u otro hábitat al lado	Césped mantenido	Herbáceas (sembradas o no): hierbas, malezas, "buenazas", yuyos, plantitas
Cemento con grietas y/o con musgos	Piedras, tablas, pedazos de cemento, ladrillos, troncos en el suelo	Arbustos
Asfalto con grietas	Setos	Árboles
Senderos, caminos	Hormigueros	Tocones

NOTA: cabe mencionar que las siguientes características y otras más, varían entre distintas plantas, entre las zonas de una misma planta o a través del tiempo:

- Formas de hoja
- Texturas de hoja
- Daño hecho a la hoja, por bichos
- Flores
- Frutos, vainas
- Pulgones y otros bichos (los cítricos en particular presentan una diversidad de bichos).
- Corteza y su textura (rugosidad)
- Espinas
- Raíces
- Huellas y rastros de animales más grandes.
- Semillas

¿Todavía piensa que le faltan recursos a su patio? Mire cuidadosamente el dibujo de un típico patio escolar urbano (figura 8). Identifique cuáles son sus recursos. ¿Es un lugar pobre? O ¿brinda a la maestra y a los estudiantes un gran número de posibilidades de desarrollar indagaciones?

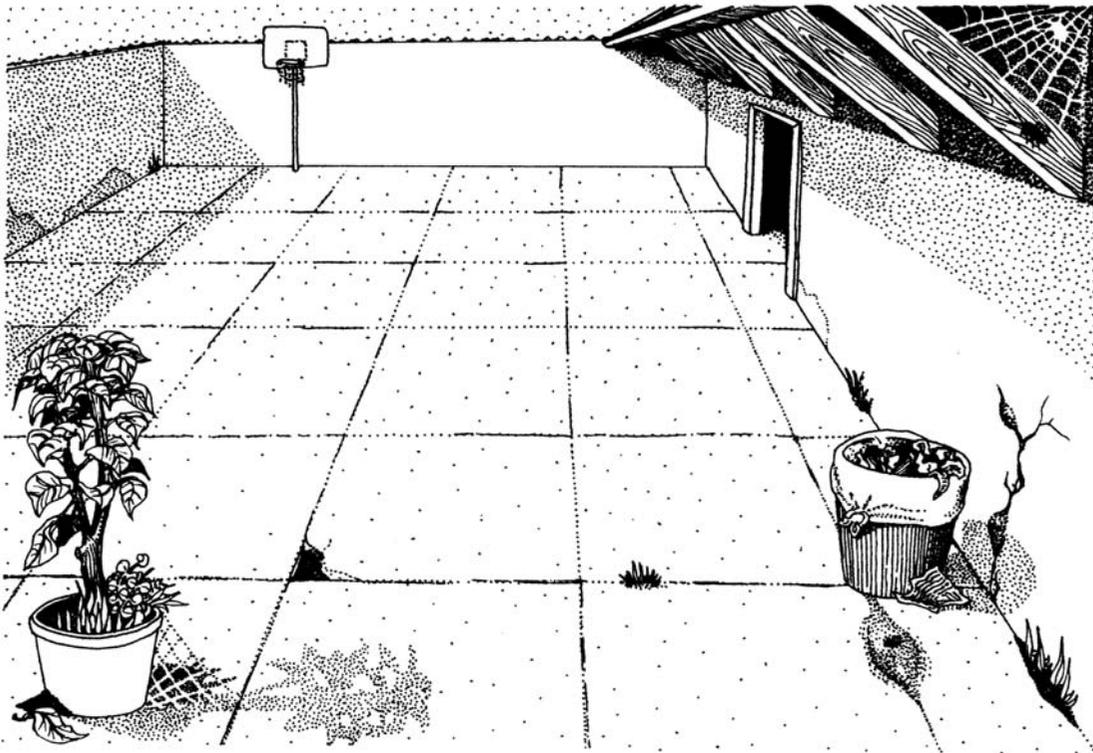


Figura 8. *Patio escolar de cemento.*

## EJEMPLOS DE INDAGACIONES COMPLETAS SOBRE TEMAS DE ECOLOGÍA

Ya que usted reconoce la diversidad de recursos que le brindan su escuela y los alrededores, ¿cómo puede aprovecharlos para desarrollar indagaciones completas? En el capítulo 2 ya le mostramos una gama amplia de posibles Preguntas y los diseños de las indagaciones que las contestarían. Más adelante en este capítulo les sugeriremos numerosas Preguntas adicionales según los temas ordenados de la ciencia de ecología. Sin embargo no le hemos presentado ninguna indagación completa, incluyendo los posibles puntos de partida para la fase de Reflexión. A continuación le mostramos dos ejemplos de indagaciones completas sobre temas de ecología, que le pueden ser útiles como modelos al planear sus propias indagaciones. La primera es apta para casi cualquier patio de escuela, la segunda es apta para cualquier patio que tenga suelo algo húmedo con lombrices de tierra.

### Indagación: Puntos de Vista

Hay un dicho popular que afirma que para que alguien pueda entender a otra persona es necesario que “se ponga en los zapatos del otro.” Para investigar interacciones y procesos ecológicos, usted debe primero ponerse en los “zapatos” de los animales y plantas que va a estudiar. La indagación que le presentamos ahora es “la puerta de entrada” a la investigación ecológica objetiva (y ver la siguiente sección), para gente de todas las edades incluidos estudiantes universitarios de ecología y profesionales.

Por favor tome nota de lo siguiente. a) Esta indagación es atípica porque no involucra a los animales que se están investigando. En cualquier otro caso desalentaríamos enfáticamente esta aproximación

que no es de primera mano. Sin embargo aquí se están tomando y comparando datos objetivamente; no es sólo un “juego de roles”. Más aún, esta indagación generalmente funciona muy bien sin importar en qué contexto. b) También es atípica porque no puede cumplir bien con los criterios de diseño (capítulo 2); nos cuesta precisar qué será el caso y qué será la unidad estándar. (c) Los estudiantes más jóvenes tendrán dificultad para entender aquellas escalas que son mucho mayores que la propia. Sugerimos que los niños y niñas menores de siete años sólo trabajen con las escalas del pulgón, la hormiga y el ratoncito (y tal vez otra escala intermedia como la de una rata o culebra, la que podría ser de 5 X 5 m). Los niños entre ocho y nueve años suelen poder comprender también la escala del gorrión de 20 x 20 pero todavía no comprenderán fácilmente las escalas más grandes.

**Inquietud:** Nuestro punto de vista, como seres humanos, se ubica entre 1.0 - 1.6 m sobre el suelo y suele abarcar un radio de cerca de 50 metros. ¿Será posible que los demás animales que difieran en sus formas, tamaños y modos de viajar tengan otros puntos de vista? Si así fuera, ¿cuáles serían algunas semejanzas y diferencias entre los paisajes que perciben?

**Pregunta:** En el patio de la escuela, día de hoy ¿cómo es el “mapa” de un mismo paisaje a las escalas de diferentes animales?

**Diseño y metodología:** El facilitador (usted) escoge un solo punto en el patio de la escuela donde clava un palito verticalmente. Este punto debe presentar diversos elementos a escala pequeña, por ejemplo hojitas vivas o fragmentos de hojas secas, granos de arena, plantitas, palitos y/o piedras pequeñas. Si eso es factible también es deseable que el sitio quede en una zona elevada desde la cual se pueda ver hasta varios cientos de metros o más. Una vez escogido el punto, divida su grupo de estudiantes en 6 equipos, cada uno consistiendo en un “cartógrafo jefe” y varios “cartógrafos asistentes”.

Cada uno de los equipos escoge un animal diferente (ver las reglas) y dibuja un mapa (croquis) del paisaje a la escala de dicho animal, como si estuviera sobrevolando el paisaje de ese animal y sacando una foto aérea o de satélite. El palito marca el centro de todos los paisajes. Aún si su punto está en una zona elevada, los cartógrafos de los “animales grandes” deberán imaginar lo que no ven; alternativamente, estos cartógrafos podrían subir con supervisión al techo de la escuela o la torre del tanque de agua.

**Las reglas:** Todos los mapas deben ser del mismo tamaño (ocupando la hoja completa de aproximadamente 40 x 40 cm), como si fueran mapas a varias escalas en un atlas. Todos tienen el mismo punto medio: el palito insertado en el suelo. Los animales y las escalas de sus paisajes son: el pulgón (piojo) de plantas, cuyo paisaje es el cuadrado de 2 x 2 centímetros centrado en el palito; la hormiga (20 x 20 cm); el ratón (2 x 2 metros); el gorrión (20 x 20 m); el gavián (o según la zona puede ser un chimango, carancho o paloma casera)(200 x 200 m); y según la zona, el cóndor andino, el águila o el jote (2 x 2 Km.). Al completar y afinar los croquis, lo que toma cerca de 20 minutos, los miembros del equipo presentan sus resultados y comparan los puntos de vista.

El facilitador (usted) puede “coreografiar” la Reflexión, primero pidiendo al “equipo cartógrafo del pulgón” que pase al frente a mostrar su dibujo y contestar las preguntas que usted le planteará sobre ello. Luego este cartógrafo del pulgón se queda delante de la clase y sigue mostrando su dibujo mientras que usted llama al “cartógrafo de la hormiga” y le plantea preguntas acerca de su mapa, también pidiéndole al público que haga comparaciones entre los dos dibujos. Luego los dos se quedan delante de la clase mostrando sus dibujos, mientras que usted llama al cartógrafo del ratón y... hasta que todos los cartógrafos jefe están en una fila ordenada, mostrándoles sus dibujos a los demás compañeros. Por supuesto se ajustan las preguntas, es decir los puntos de partida para las reflexiones, según la edad del grupo.

**Unos posibles puntos de partida, entre muchos, para la Reflexión (aproximadamente 20 – 30 minutos):** ¿En qué consiste el paisaje del pulgón? ¿De qué naturaleza son los elementos llamativos de este paisaje? [Por ejemplo se podrían ver partes de hojas verdes, fragmentos de hojarasca, partes de ramitas caídas, partes de plantas rastreras o tréboles, piedrecillas etc.] ¿Tienden a ser cosas hechas por las personas o no? [Suelen ser cosas no hechas por el ser humano.] ¿Cuáles formas geométricas presentan los elementos, formas simples (líneas rectas, cuadrados o rectángulos, triángulos, círculos perfectos etc.) o formas algo complejas? [La mayoría presentan formas complejas, de curvas, bordes irregulares etc.] Si el pulgón estuviera en un rincón de este paisaje y su novia en el rincón opuesto, ¿le costaría algo hacerle una visita? ¿Por qué? [Sí, el pobrecito tendría que cruzar muchos obstáculos desde su punto de vista, trepando las ramitas, hojas, piedrecillas etc.]

Y ahora ¿en qué consiste el paisaje de la hormiga? [Siga planteándole al cartógrafo de la hormiga, las preguntas sobre los elementos llamativos que ya le planteó al cartógrafo del pulgón.] Si la hormiga fuera la reina y estuviera en un rincón del paisaje del *pulgón* y su novio en el otro, ¿le costaría hacerle una visita? ¿Por qué no? [Porque la hormiga es más grande, tiene patas más largas y da pasos mucho más grandes que el pulgón; puede cruzar fácilmente los objetos que para el pulgón eran obstáculos difíciles.] Pero si el *pulgón* estuviera en el rincón del paisaje de la *hormiga* y su novia “pulgona” en el rincón opuesto ¿le sería fácil o muy difícil alcanzarla? ¿Por qué? [Uyyy pobrecito, tendría que trepar y bajar y trepar y bajar y trepar y bajar y... hasta que llegara a su novia ya viejo y agotado.]

Subimos a la escala del ratón. ¿En qué consiste su paisaje? [Repita las preguntas sobre los elementos llamativos del paisaje a esta escala.] Si el ratón estuviera en un rincón del paisaje del pulgón o hasta el de la hormiga y su novia “ratona” estuviera en el rincón opuesto, ¿le costaría hacerle una visita o no? [Para nada, ¡ya está!] Pero si el pobre pulgón estuviera en un rincón del paisaje del ratón y su novia en el rincón opuesto, ¿acaso llegaría a su lado durante su vida? ¿Por qué? [Tal vez ¡sería su nieto que finalmente alcanzara la nieta de la novia!]

Ahora subimos a la escala de un animal volador, el gorrión. ¿En qué consiste su paisaje? [Repita las preguntas sobre los elementos llamativos pero ya no plantee más las sobre la dificultad de cruzar un paisaje o el otro.]

[Siguen las presentaciones del gavián y el cóndor.]

Y ahora, al comparar los 6 dibujos a la vez ¿de qué manera cambian los elementos predominantes del paisaje cuando se cambia la escala, desde el pulgón hasta el cóndor? ¿Divisa el pulgón o el cóndor alguno de los elementos predominantes de los paisajes de los otros animales? ¿Cuáles sí y cuáles no?

¿En cuáles mapas predominan las líneas rectas y otras formas geométricas simples y en cuáles no? ¿En cuáles predominan elementos no hechos por personas y en cuáles predominan los elementos hechos por el ser humano? ¿Cuál mapa tiene una escala similar a la nuestra? ¿Podría haber una relación entre estas tres observaciones? [Suele suceder que las escalas de los animales pequeños presentan más formas geométricas complejas y pocas cosas hechas por personas; los “rastros del ser humano”, a menudo caracterizados por formas geométricas simples tales como líneas rectas, cuadrados, rectángulos etc., empiezan a predominar a la escala del gorrión o el gavián, en el medio de las cuales queda el punto de vista nuestro. Esto podría indicar que tenemos los efectos más llamativos sobre el paisaje a la escala del punto de vista propio.]

Ampliando la mirada, ¿se alcanza otra escala más grande donde los elementos de los seres humanos dejan de predominar tanto y donde a su vez aparecen otros elementos no humanos? ¿Cuál? ¿Por qué? [A la escala del cóndor suelen aparecer nuevos elementos con formas geométricas irregulares, aún en las grandes ciudades. Pero ahora no son elementos biológicos como hojas o tallos sino elementos geológicos como lagos, cañones, ríos, la costa, lomas y serranías. Es decir, son elementos a mayor escala que la de nuestro punto de vista, y en vez de imponer nuestras formas simples y líneas rectas sobre

ellos nosotros los seres humanos tendemos a dejar que dirijan y estructuren nuestras actividades. Por supuesto usted el facilitador no se lo cuenta directamente a los pequeños investigadores sino por medio de preguntas provocativas y sus respuestas deja que ellos lleguen a estas especulaciones . . . u otras más originales e innovadoras.]

Ahora pensemos en el paisaje de hoy que acabamos de dibujar, y el del pasado. ¿Piensan que el pulgón de hoy vería más o menos los mismos elementos en su paisaje que los que vio su tatarabuelo en el año 1908? ¿Por qué? [Suponemos que siempre hubo plantitas, piedrecillas, ramitas caídas, hojarasca, granos de arena etc.] ¿Piensan que el gavián y el cóndor en el presente verían más o menos los mismos elementos que los que vieron sus tatarabuelos en el año 1908? ¿Por qué? [A la escala de los seres humanos y otras más grandes todavía es casi seguro que se han dado cambios notorios durante el último siglo.] En general ¿de qué manera podrían haber cambiado las características predominantes de cada uno de los 6 mapas de este paisaje, durante el último siglo? ¿Cómo podrían indagar sobre estos cambios temporales? [Por ejemplo, los estudiantes podrían proponer hacer una salida al centro para revisar los archivos de la historia del pueblo o los museos; o entrevistar a los ancianos acerca de los cambios del paisaje y el uso del suelo.]

¿Cuáles serían las diferencias a cada escala, entre el paisaje que investigamos y el del parque nacional [u otro área protegida] más cercano? ¿Cómo se podrían comprobar estas diferencias? [Se puede proponer una salida al parque para repetir la práctica y comparar los mapas hechos en el parque con los hechos en el patio de la escuela.]

¿De qué manera incidirían las actividades humanas de hoy en el paisaje del futuro, en cada uno de las 6 escalas? ¿Son esos cambios los que ustedes más desean desde su punto de vista, con respecto al destino de su paisaje? Si no lo son ¿qué quieren ustedes como el destino de su paisaje? ¿Cuáles serían algunos pasos prácticos a cada escala que permitieran alcanzar ese futuro deseable? [Note que así usted está fomentando la reflexión sobre y el desarrollo autónomo de actitudes y acciones sin imponer las ideas propias o las de los “sabios”.]

## Indagación: La vida dura, o, las lombrices de tierra

**Inquietud:** Las lombrices de tierra son animales de cuerpos blandos que viven enterrados en el suelo (aparte de unas excursiones nocturnas). A medida que cavan, “comen” el suelo. Esto significa que el suelo entra por “la boca” de la lombriz y su sistema digestivo procesa los pequeños pedazos de materia en descomposición (por ejemplo, fragmentos muy finos de hojarasca) en trozos aun más pequeños todavía, extrayendo unos nutrientes. Lo que queda sale por el otro extremo de la lombriz. Con esta acción las lombrices fertilizan y airean el suelo, contribuyendo significativamente a su salud. ¿Será posible que las lombrices, como la mayoría de seres vivos, prefieran ciertas condiciones de hábitat y clima? Si así fuera, ¿cuáles serían esas preferencias? ¿Será posible que prefieran el suelo pisoteado o el no pisoteado para vivir?

**Pregunta:** Esta mañana ¿cómo varía el número de lombrices encontradas en hoyos de 30 x 30 x 20 cm, entre zonas de suelo pisoteadas y zonas de suelo no pisoteadas a través del patio de nuestra escuela?

**Diseño y metodología:** El facilitador (usted) divide el grupo en equipos de tres o cuatro estudiantes. Al inicio, a la mitad de los equipos les asigna sectores del patio que no están pisoteados (por ejemplo en el jardín o a los lados de un sendero) y a la otra mitad les asigna sectores pisoteados (por ejemplo sobre el sendero y la cancha de fútbol). Cada equipo define una zona difusa de aproximadamente un metro de diámetro (el caso, ver el capítulo 2), separada por un mínimo de dos metros de las demás zonas. En el medio de su zona, el equipo cava un hoyo (ver “las reglas” abajo) poniendo el suelo excavado en baldes, bandejas para hornear o sobre bolsas grandes de plástico donde pueda ser examina-

do cuidadosamente. El equipo cuenta todas las lombrices que encuentra en la tierra excavada, revisando bien con los dedos los grumos grandes y separando la tierra y las raíces del pasto sobre las bolsas o bandejas. Un miembro del equipo registra el número de lombrices encontradas.

Ahora cada equipo busca e investiga una segunda zona siguiendo el mismo procedimiento, pero cambiando de clase de suelo. Es decir, los equipos que antes trabajaban zonas de suelo pisoteado ahora buscan zonas de suelo no pisoteado, y los que antes trabajaban zonas de suelo no pisoteado ahora buscan zonas de suelo pisoteado. Esto permite que todos los equipos puedan aprender de primera mano sobre las dos clases de suelo y sus habitantes.

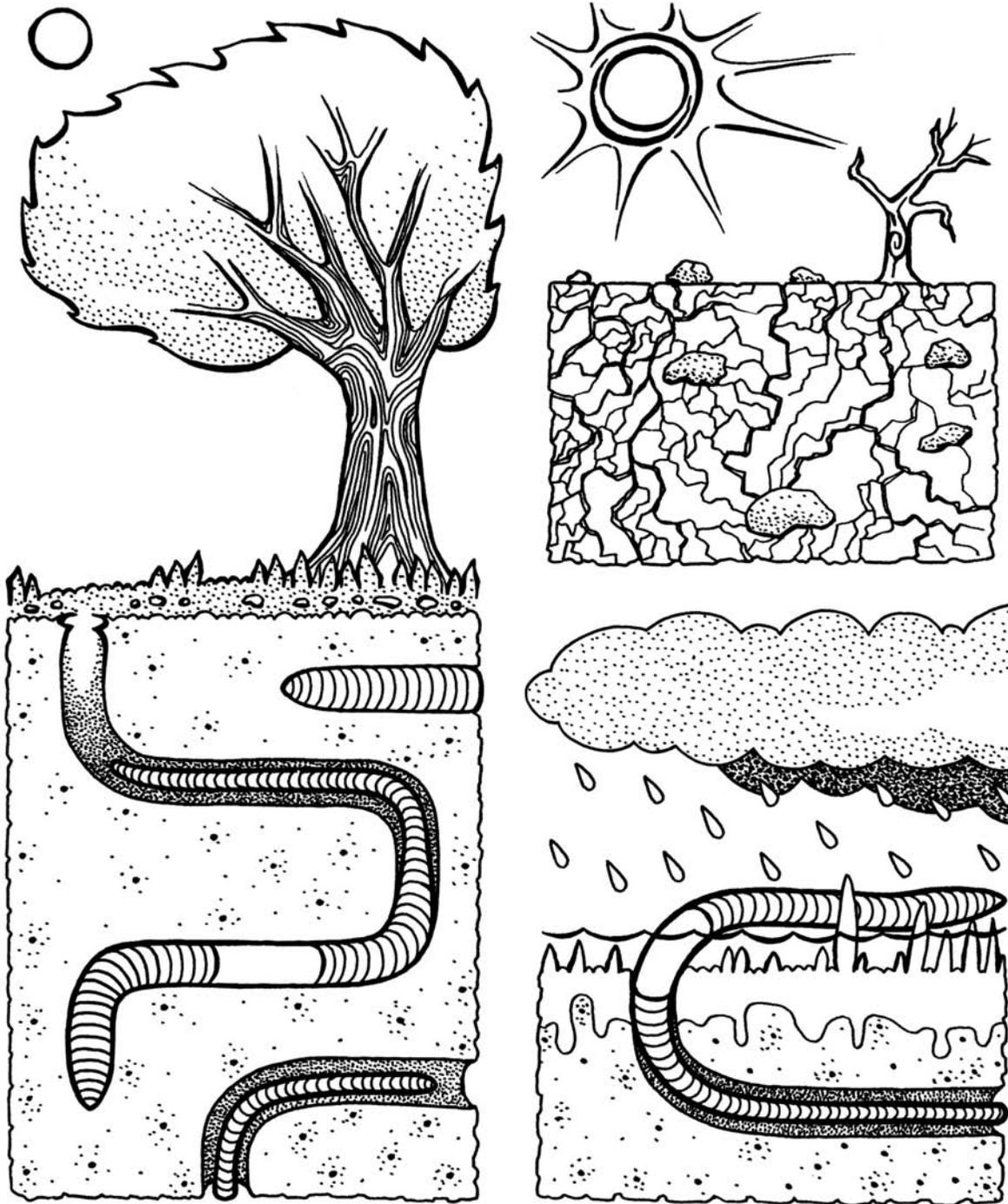


Figura 9. Lombrices de tierra.

**Las reglas:** Por cada uno de sus dos zonas (casos), sea de suelo pisoteado o sea de suelo no pisoteado, el equipo cava un hoyo o pozo de 30 x 30 cm de superficie y 20 cm de profundidad. Este pozo es su *unidad estándar* (capítulo 2 y anexo II). Cada lombriz de ese volumen (30 x 30 x 20 cm) se cuenta y se guarda aparte en un sitio húmedo (pero no mojado) y sombreado, por ejemplo una bolsa plástica o una olla con tierra húmeda, hasta que se complete el muestreo del hoyo. Al terminarlo, el equipo devuelve cuidadosamente las lombrices y el suelo a su sitio y lo dejó lo más parecido a cómo lo encontró. Una vez terminado el trabajo de todos, el grupo entero se reúne para resumir y redactar los datos, discutir lo observado y preparar la presentación para el resto de la clase (capítulo 4). Una manera recomendada de presentar los datos es una gráfica de barras, una barra por cada hoyo y colores distintos para los hoyos de suelo pisoteado y no pisoteado.

**Puntos de partida para la Reflexión:** Por lo general ¿qué muestran los resultados respecto a la Pregunta? ¿Solía haber más lombrices por hoyo en las zonas de una clase que suelo que en las de la otra clase? Por lo general ¿cuáles zonas tenían más? La diferencia ¿fue llamativa o pequeña? Mirando sólo los resultados de las zonas de suelo no pisoteado ¿variaba el número de lombrices entre uno y otro hoyo o siempre se encontró precisamente el mismo número? ¿Variaba el número de lombrices entre los hoyos de las diferentes zonas de suelo pisoteado? ¿Acaso todas las zonas de una clase de suelo tenían más lombrices que cualquier zona de la otra clase de suelo, o hubo alguna coincidencia entre los números? Es decir, ¿parece que las lombrices tenían preferencias claras por una clase de suelo o hubo excepciones? Si hubo excepciones, ¿qué otros factores no contemplados en la pregunta, podrían haber ocasionado esa variación entre hoyo y hoyo de una misma clase de suelo?

¿El diseño de la Acción es el mejor posible? ¿Qué habría pasado si todas las zonas elegidas de suelo no pisoteado estuvieran en un lado del patio y las de suelo pisoteado en el otro lado? ¿Sería este un mejor o peor diseño? ¿Tuvieron los hoyos (las unidades estándares) el tamaño y profundidad apropiados? ¿El tamaño de cada hoyo fue lo suficientemente grande para poder obtener un registro representativo para su zona como un todo? ¿Sería posible diseñar una indagación para seleccionar el mejor tamaño para los hoyos (las unidades estándares)? ¿Cómo sería tal indagación?

¿Qué efecto podría tener el pisoteo en el oxígeno (aire) disponible para las lombrices a profundidad? ¿En la facilidad con la que se mueven por el suelo? Y ¿en la humedad del suelo? ¿Cómo se podría investigar esto? ¿Cuál suelo pareció más duro? ¿En cuál entraría el agua con mayor rapidez? ¿Cuál pareció ser más húmedo? ¿Cómo lo podrían medir? ¿Qué otras características del suelo podrían estar afectando la abundancia de lombrices? Durante el muestreo ¿qué otros animales encontraron en el suelo? ¿Cómo varió el tipo y abundancia de estos animales entre las clases de suelo? ¿Qué Preguntas sugiere esto para más indagaciones?

¿Podemos especular sobre ámbitos más amplios, más allá de los hoyos excavados? En una huerta o un jardín de flores ¿qué efecto tendría sobre las lombrices compactar el suelo con los pies o la base de una pala comparado con aflojar el suelo con el filo de la pala? ¿Cómo se podría investigar esto? ¿Acaso las plantas crecerían mejor en suelo compactado o en suelo no compactado? En cuanto al crecimiento, ¿todas las plantas se comportarían de la misma manera, o podría haber algunas que crecieran más en suelo compactado y otras que crecieran más en suelo no compactado? ¿Cómo se podría investigar esto?

Subiendo en escala ¿cómo afectarían las pisadas de los turistas a los caminos de las reservas naturales, a las criaturas y plantas que viven en ellos? ¿Cómo afectarían a las lombrices y otros animales del suelo las diferentes prácticas agrícolas? [Y más. Como ven, si bien las reflexiones pueden ser diversas y muchas veces muy complejas y difíciles de responder, casi todas nos llevan a nuevas Preguntas que nos orientan a seguir comparando condiciones, especies, tiempos y espacios o midiendo nuevas cosas en las mismas zonas de las dos clases de suelo. Es clave animarnos a abrir el juego y oír las ideas de todos

a la hora de reflexionar, para luego tomar decisiones acerca de aquellos temas surgidos sobre los que será posible e interesante seguir indagando.]

¿Ya ha captado cómo fomentar y guiar suavemente la Reflexión sin imponer? Esperamos que sí. Sin embargo, si quiere revisar otro ejemplo más completo todavía, revise el Anexo II, el que presenta una indagación algo semejante a la de “la vida dura”.

## LOS TEMAS DE ECOLOGÍA

Hasta el momento todas las Preguntas e indagaciones han tratado de temas de ecología. Pero ¿qué es la ecología? La definición más sencilla es “la historia natural moderna”, es decir la investigación de vida de las plantas, animales, otros seres vivos que se encuentran en el entorno natural que nos rodea y de las interacciones entre ellos. El adjetivo “moderna” indica que la investigación cumple con las pautas de diseño (capítulo 2) y lleva al análisis cuantitativo de los resultados.

La definición más formal de la ciencia de ecología es “el campo de estudio que trata de los factores que inciden en la distribución, abundancia y dinámica (cambios en el tiempo y espacio) de los seres vivos, las interacciones entre unos y otros y las interacciones entre ellos y el ambiente físico”. Ya que los seres humanos somos seres vivos (a menos que ya se hayan muerto de aburrimiento revisando este texto), por supuesto que estamos incluidos en la definición. Si revisa un libro universitario en ecología usted encontrará ésta última definición que busca ser integradora, pero que está tan cargada de jerga que es difícil encontrar el trasfondo de sentido común e historia natural. Afortunadamente la jerga en ecología es verdaderamente innecesaria y todos los temas ecológicos pueden presentarse en un lenguaje claro (ver la cuarta pauta para la construcción de preguntas).

Como verá a continuación, con un poco de imaginación de su parte usted podrá transmitir fácilmente casi todos los temas y conceptos de ecología a sus estudiantes, preferiblemente no discutiendo los conceptos explícitamente desde el principio de la indagación (mientras construye la Pregunta) sino mejor mientras está guiando suavemente las especulaciones y propuestas que ellos hacen durante la Reflexión.

Para cada tema proveemos ejemplos de Preguntas para indagaciones que se relacionan. Usted podrá reconocer fácilmente cómo, además, cada una de esas Preguntas involucra otros temas.

**Aviso importante:** Para conservar espacio y también su paciencia, estas Preguntas son algo generales y no cumplen completamente con el grado de precisión requerida (ver el capítulo 2). Por ejemplo, todavía no precisan el ámbito en el espacio y el tiempo. Si le cae bien una u otra de estas Preguntas imprecisas le toca hacer los ajustes necesarios según lo discutido en el capítulo 2. De manera semejante, dado que cada lugar tiene sus seres vivos propios y características, puede resultar que sólo algunas Preguntas parecen ser aplicables en el patio de su escuela. Sin embargo, los temas sí son casi siempre pertinentes. Nosotros le proponemos los temas y usted se encargará de encontrar a los protagonistas y plantear sus propias Preguntas.

Agrupamos estos temas en cuatro categorías no excluyentes. Primero presentamos los temas que se concentran en un ser vivo (planta o animal) y como éste percibe e interactúa con su contexto físico y biológico. Segundo, abrimos la perspectiva para incluir a varios tipos de seres vivos a la vez y cómo se relacionan unos con otros. Tercero, subimos en escala para considerar muchos seres vivos diferentes conviviendo en un lugar o región particular: la comunidad ecológica. Por último, analizamos cómo las actividades humanas se meten en esos procesos e interacciones ecológicas a las tres escalas anteriores. Los únicos conceptos ecológicos ausentes de esta lista son aquellos relativos a los ecosistemas, es decir los que involucran los flujos de energía, nutrientes y contaminantes a través de la comunidad ecológi-

ca y el paisaje donde ésta se localiza. Esos temas son difíciles de manejar en las indagaciones de primera mano.

## I. EL SER VIVO EN SU ENTORNO: LA VARIACIÓN EN EL ESPACIO Y EL TIEMPO

### A. El punto de vista de otro animal o planta

La indagación inicial de cualquier iniciativa de ecología en el patio escolar debería concentrarse en este tema. La idea es animar a los participantes a que observen otros seres vivos (por ejemplo mariposas, escarabajos, gorriones, palomas caseras, lagartijas, arañas, palomas, perros, caballos, babosas, hierbas, arbustos, árboles, hongos, otros niños...) y que, basado en sus observaciones, conceptualicen y comparen sobre la manera en que estos seres vivos perciben y manejan su entorno (figura 10). Ver la indagación "Puntos de Vista" de la sección anterior.

**Preguntas:** ¿Cuánto tiempo tardan las hormigas de un mismo tipo en trepar 50 cm, en un tronco liso y en uno rugoso? ¿Cuánto tiempo tardan las hormigas grandes y las pequeñas, en cruzar 50 cm de (a) un parche de suelo arcilloso liso y de (b) un parche de suelo pedregoso y rugoso?



Figura 10. Puntos de vista.

### B. El ambiente físico como lo perciben diferentes seres vivos

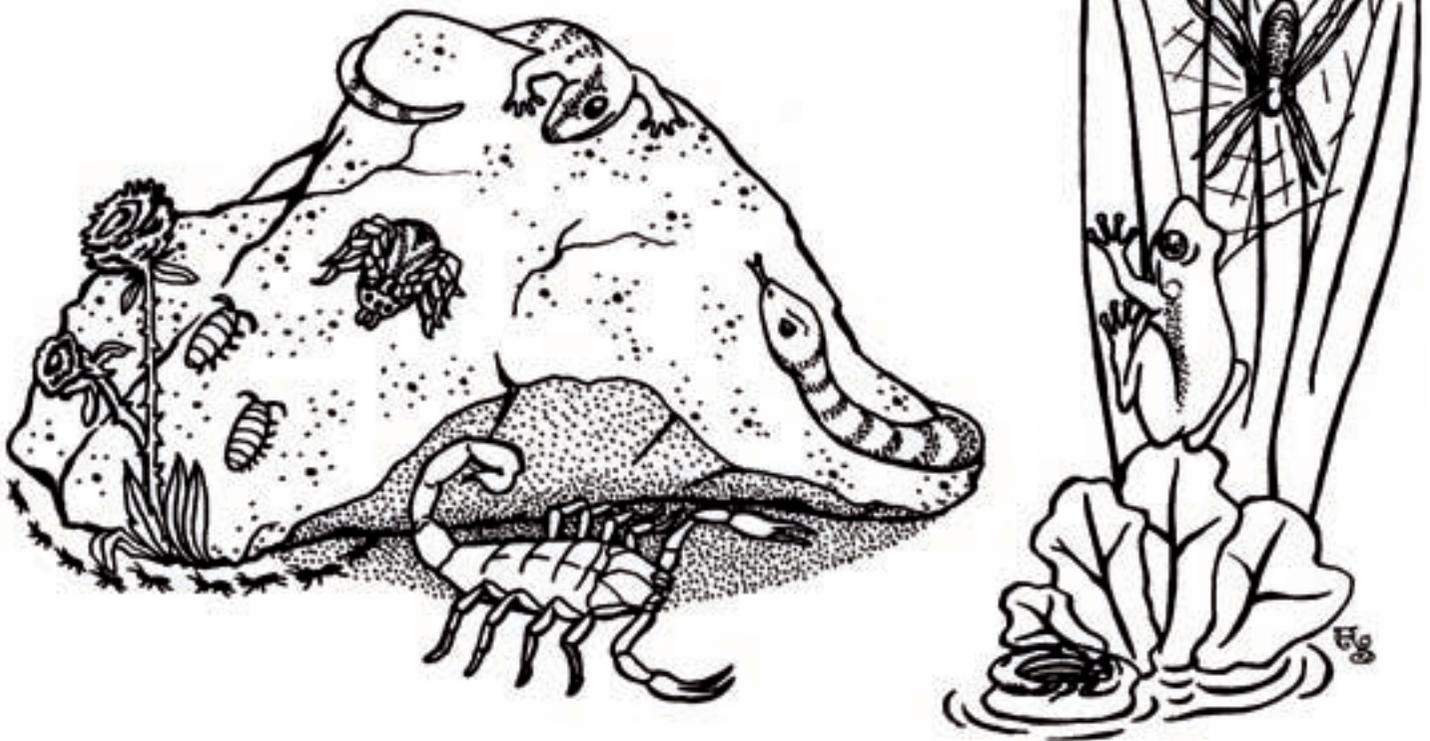
**1) Lugares cómodos e incómodos:** microhábitats y sus microclimas. La palabra *hábitat* se refiere a la estructura física y otras características del lugar en donde nosotros u otros seres vivos más o menos de nuestro mismo tamaño pueden vivir. Por ejemplo, hablamos del hábitat de bosque seco y sus aves o el hábitat de sabana y sus culebras. La palabra *microhábitat* se refiere a lugares especiales que son diferentes al hábitat general en el que se encuentran pero que aún así proveen suficiente espacio para que vivan seres vivos. Una grieta en la pared puede ser un microhábitat para el pulgón, la hormiga y el ratón de "Puntos de vista" mientras que una fisura geológica en el medio de la pradera uruguaya puede ser uno para algunas plantas y árboles que son típicos de paisajes más frescos y húmedos.

La palabra *microclima* se refiere a las características particulares de temperatura y humedad asociadas con un microhábitat dado; por ejemplo, mayor o menor humedad que en el hábitat general, más o menos brillo solar y por ende temperatura alta o baja respectivamente, mucha o ninguna variación en la temperatura entre el día y la noche. El microclima de las fisuras geológicas discutidas arriba es más

fresco, oscuro y húmedo que el clima de la pradera plana que las rodean, expuesta al sol. Por ende, los animales y plantas que se encuentran en un microhábitat particular pueden experimentar menos estrés físico del que experimentarían en el hábitat de al lado; el microhábitat les sirve como un refugio.

Existen también unos microhábitats que pueden ser más estresantes que el hábitat en general. Por ejemplo, el microhábitat de una piedra pelada expuesta al sol le presenta a la mayoría de las arañas, pero no a todas las hormigas, unas condiciones de mucho estrés. Por el contrario, la esquina sombreada bajo el techo del edificio de salones de clase puede brindarles un microhábitat cómodo a las arañas pero probablemente algo incómodo para muchas plantas verdes. Otros ejemplos de microhábitats y sus microclimas, dependiendo del punto de vista del ser vivo involucrado, son el suelo húmedo que se encuentra bajo unas macetas y los rincones sombreados a la intersección de dos muros, entre otros.

**Preguntas:** ¿Cómo varía la humedad entre la superficie de zonas del suelo desnudo y la de zonas del césped? ¿Cómo varía la dureza del suelo entre las zonas en el medio del camino hecho por los niños y aquellas de su costado, no tan pisoteado? ¿Cómo es la abundancia de bichos bolita (marranitas) en lugares debajo del pasto alto que crece contra el alambrado y lugares debajo del pasto corto que crece a un metro de él? ¿Cuántas mariposas visitan las flores de las plantas de margarita a la sombra y cuántas visitan las flores de las plantas de margarita a pleno sol?



**Figura 11.** Parches a la escala de seres pequeños.,

**2) La escala espacial y los parches del ambiente.** Llamamos *parche* a un área claramente delimitada, que comprende un hábitat o microhábitat que es relativamente distinto al de los vecinos (figura 11). Piense en la semejanza con un parche de los campos de cultivos en las laderas de los Andes o lo que se ve desde una avión cuando se sobrevuela una zona agrícola (figura 12).

Si desde su punto de vista el paisaje está “parcheado”, un animal puede decidir pasar la mayor parte de su tiempo exclusivamente en un sólo parche o en varios parches de una misma clase; o puede decidir moverse entre parches de distintas clases, donde haya diferentes alimentos o abundancias de ellos,



**Figura 12.** *Parches a nuestra escala.*

Como lo sugieren estos ejemplos, a menudo el concepto de “parche” o de “parchosidad / parchismo” (palabras que no encontrará en el diccionario de la Real Academia) tiene que ver con cómo y dónde los animales buscan alimento.

**Preguntas:** ¿Cómo varía el tiempo pasado por el abejorro en parches de flores que tienen distintos diámetros? Y ¿en parches de flores de especies distintas? ¿Cómo varían la cantidad y tipos de bichos voladores que buscan alimento en parches de trébol solo y parches de trébol mezclado con otros tipos de flores?

**3) La variación temporal: cambios diurnos.** Muchos aspectos del entorno de un ser vivo varían durante las 24 horas del día (figura 13): la luz, la temperatura, la humedad, el viento, la cantidad y tipo de depredadores o de comedores de plantas; la cantidad y tipo de alimento disponible; incluso la cantidad del néctar disponible en las flores visitadas por insectos o picaflores, entre otros. En este tema cabe, por ejemplo, la indagación acerca de las mariposas visitando las flores en distintos momentos del día (capítulo 2).

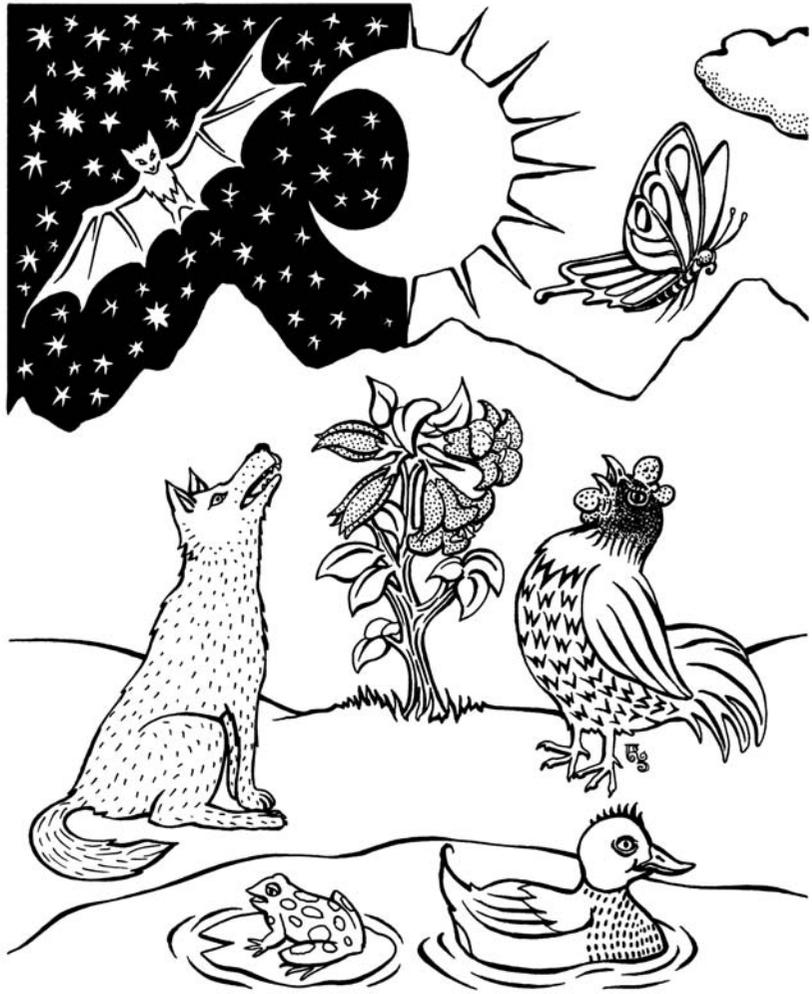
**Preguntas:** ¿Por cuánto tiempo visita un abejorro (o una abeja melífera) a una flor de trébol, entre los abejorros o abejas melíferas observadas en el parche de trébol a las 08:00, las 09:00, las 10:00, las 11:00, las 12:00, las 13:00, las 14:00 y las 15:00 horas? ¿Cuánto tiempo pasa un abejorro (o una abeja melífera) dentro del parche de trébol como un todo, entre los abejorros (o las abejas melíferas) observados a las 08:00, las 09:00...y las 15:00 horas? ¿Cómo cambia el número de flores probadas por un abejorro (o una abeja melífera) en cada visita al parche de trébol, entre los individuos observados a las diferentes horas? ¿Cómo varía el número de hormigas recorriendo los alrededores de dos hormigue-

diferentes microclimas o diferentes riesgos de peligro. Por supuesto los animales con distintos tamaños y distintas maneras de moverse tienen diferentes perspectivas sobre lo que es un parche (ver la indagación “Puntos de vista” de la sección anterior). Para un saltamonte (grillo, langosta) cada planta individual de un campo abandonado es un parche. Puede pasar mucho tiempo alimentándose de una sola planta (parche), puede moverse de planta en planta de un mismo tipo (parches de una misma clase) o puede moverse entre plantas vecinas de distintos tipos (parches de distintas clases). Una vaca y su dueño perciben todo el campo abandonado como un solo parche, que se diferencia del parche de bosque vecino y del potrero de pasto mejorado que se extiende más allá del lindero. Un cóndor andino volando alto puede considerar el valle completo como un parche, distinto del parche compuesto por una serranía que se extiende a un lado.

ros de clases distintas, a las diferentes horas?

**4) La variación temporal: cambios estacionales.** En cualquier lugar del mundo el clima y el microclima cambian durante el año, más dramáticamente en unos lugares que en otros. A su vez estos cambios estacionales afectan lo que las plantas están haciendo: dejando caer sus hojas, brotando nuevas hojas, produciendo botones florales, floreciendo y fructificando. Los cambios estacionales también afectan directa o indirectamente (a través de los cambios vividos por las plantas) las actividades que hacen los animales e incluso su presencia o ausencia en un momento dado.

**Preguntas:** ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en el suelo de las canteras del patio, entre las semanas de la temporada fría y las de la temporada cálida (o, entre las semanas de la época seca y las de la época húmeda)? ¿Cómo varían la cantidad y color de hojas, yemas, botones florales, flores y frutos del arbusto "X" en el patio, semana a semana a lo largo del año escolar? Y ¿cómo varían los tipos y números de animales (desde pulgones hasta aves) que se encuentran "aprovechando" dicho arbusto, semana a semana? Estos cambios estacionales también se pueden comparar entre distintos tipos de arbustos y árboles en el patio.



**Figura 13.** Variaciones diurnas.

**5) La variación temporal: cambios a largo plazo (en décadas o siglos); o las huellas de los eventos del pasado.** Este tema tiene que ver con el pasado reciente o lejano, como se puede encontrar en el patio y sus alrededores. Su "máquina del tiempo" es una pala, o un tractor u otra máquina que esté excavando un talud o un pozo. Lo que se descubre puede tener que ver con eventos de 12.000 o más años de antigüedad, tales como las glaciaciones o la acumulación de sedimentos en el fondo de un lago; evidencias de ocupación humana prehistórica; evidencias de tiempos coloniales y post coloniales y evidencias de las formas de cómo se ha usado la tierra durante el último siglo, antes y después de construir la escuela.

**Preguntas:** ¿Cómo varían los tipos y números de restos de cosas hechas por el ser humano (como tuestos, carbón, hierro oxidado) y no hechos por el hombre (como piedras redondeadas por ríos o glaciares, arena, restos de plantas) según la profundidad de la excavación de hoyos? (Puede ser entre 0 y 10 cm debajo de la superficie, entre 10 y 20 cm, entre 20 y 30 cm etc.) ¿Cómo varían estas evidencias del pasado entre hoyos cavados en partes del patio dedicadas hoy a distintas actividades?

## C. Cómo sobrevivir, prosperar y reproducirse en su parche: características de plantas y animales que influyen en su supervivencia y la reproducción.

**1) Cómo encontrar la pareja de tus sueños.** Plantas y animales presentan distintas características que tienen que ver con “encontrar la pareja de sus sueños y tener bebés”. En este tema incluimos la ecología y comportamiento en sistemas de apareamiento de animales, así como la polinización y los sistemas reproductivos de plantas.

**Preguntas sobre plantas:** ¿Cómo es la producción de frutos y semillas por las flores del arbusto “X”, entre las que pueden visitar los animales y las que no pueden visitar? [SUGERENCIA: se cubren unos botones florales o unas inflorescencias inmaduras completas de un arbusto en el patio, con malla mosquitera o tul, dejando otros botones o flores descubiertas, y se hace seguimiento para ver si se forman frutas y semillas. Será aún más interesante y revelador si se agrega otro nivel de comparación, una entre las plantas de diferentes especies, por ejemplo diente de león, margarita, ixora, rosa, espinillo, ayote o zapallo, maracuyá (parchita), acacia, retama.]

**Preguntas sobre animales:** Al observar a los demás estudiantes interactuando y formando parejas o grupos durante el recreo, ¿cómo varía el tamaño y composición por género de los grupos de estudiantes de tercer grado y los de séptimo grado? Es decir, ¿cuántos niños y cuántas niñas hay en cada uno de los grupos de tercer año y de séptimo año? O, ¿qué diferencias existen en el comportamiento de cucarachas macho y hembra cuando se colocan una a la vez en un frasco con tapa, que tiene en el fondo papel de baño donde antes ha estado una cucaracha hembra durante 15 minutos? [Nota: la dificultad no está en saber si las cucarachas son macho o hembra, sino en atraparlas sin aplastarlas (con o sin intención).] Esto puede ser una indagación adecuada para tratar el tema de la ética en la investigación, que más adelante abordaremos.

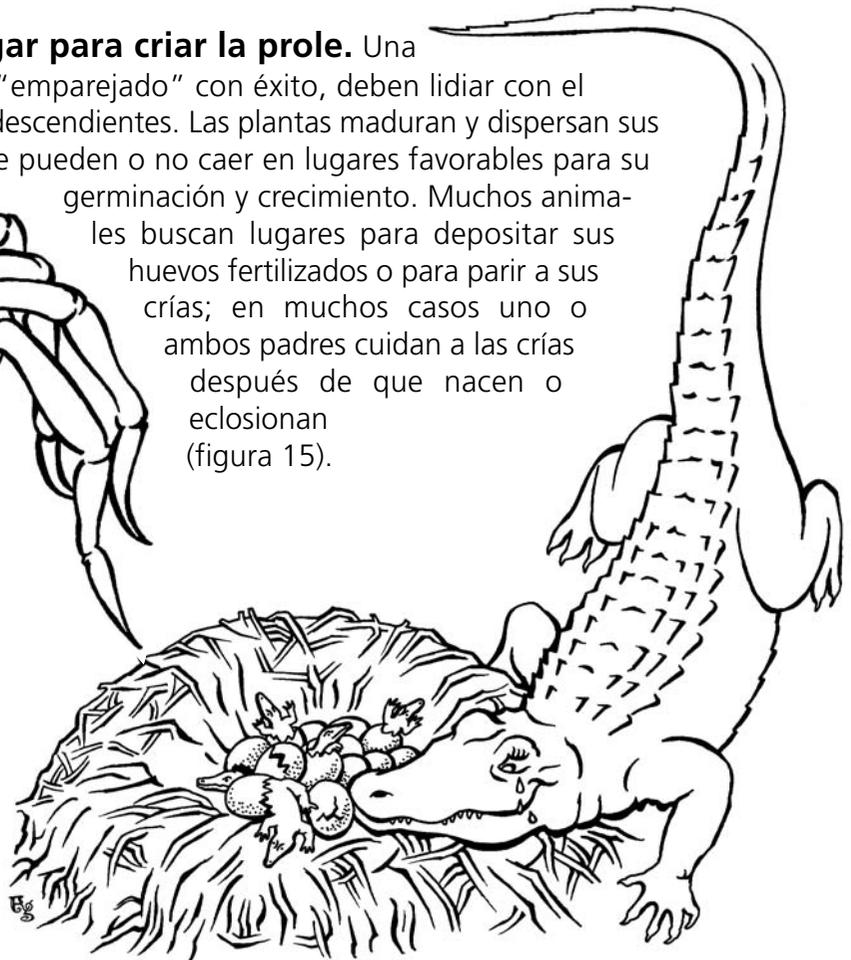
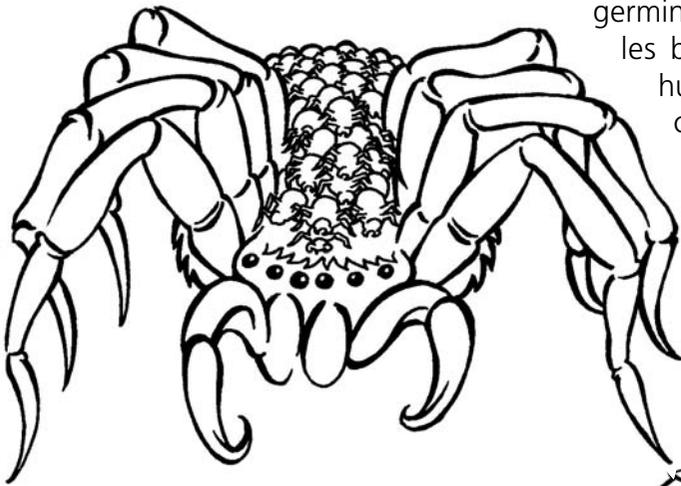


Figura 14. Dispersión de semillas.

## 2) Cómo encontrar un buen lugar para criar la prole.

Una vez que las plantas y animales se han “emparejado” con éxito, deben lidiar con el siguiente paso: producir y cuidar a sus descendientes. Las plantas maduran y dispersan sus semillas (figura 14), que pueden o no caer en lugares favorables para su germinación y crecimiento. Muchos anima-

les buscan lugares para depositar sus huevos fertilizados o para parir a sus crías; en muchos casos uno o ambos padres cuidan a las crías después de que nacen o eclosionan (figura 15).



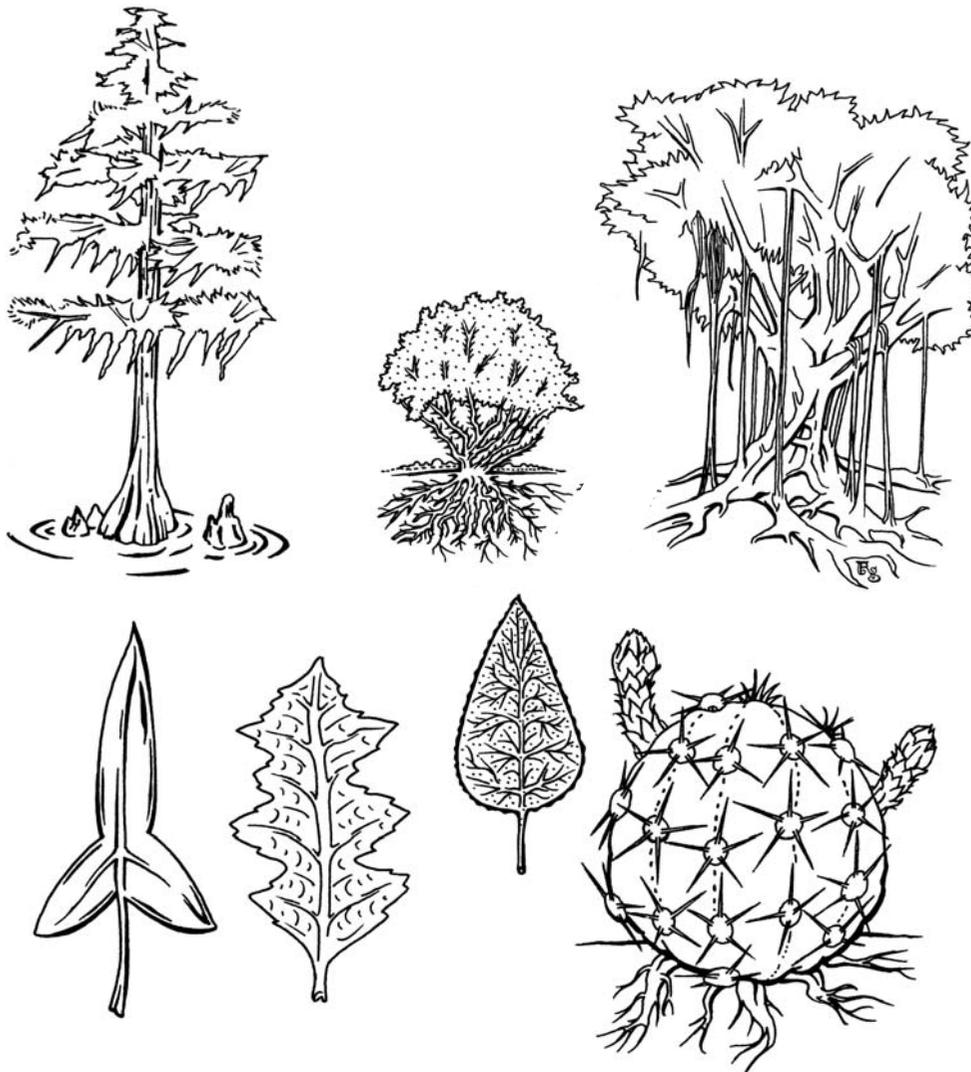
**Figura 15.** Animales cuidando a sus crías.

**Preguntas sobre plantas:** ¿Qué distancias recorren las semillas de las distintas clases de plantas encontradas en el patio o en el mercado local, al soplarlas con fuerza semejante y en la misma dirección? [Sugerencia: esta no sólo es una indagación interesante sino también una muy divertida si la aplica con semillas de diferente estructura y tamaño, desde los “paracaídas miniaturas” del diente de león hasta la semilla de un aguacate (palta).] ¿Cómo varía el número de cacas de pájaro que contienen semillas de zarzamoras, en zonas a diferentes distancias de la mata (el zarzamoral)? ¿Cómo varía la *proporción* de las semillas que son de zarzamora, entre las cacas semejantes de pájaro encontrados a diferentes distancias del zarzamoral?

**Preguntas sobre animales:** Sabemos que las hembras de mariposas de espejitos revolotean cerca de las enredaderas de maracuyá (mburucuyá, curaba, parcha, parchita, pasiflora) para poner sus huevos en esta mata, de tal forma que las orugas tengan bastantes tejidos de maracuyá para consumir. ¿Cómo varía el tiempo que las hembras de mariposas de espejitos pasan inspeccionando las enredaderas, entre plantas grandes y pequeñas? ¿Entre hojas nuevas y hojas maduras de una misma enredadera? ¿Entre hojas y tallos? Si hay varias de estas enredaderas y algunas ya tienen pequeños huevos u orugas, la Pregunta puede ser: ¿Cómo varía la “decisión” de la hembra sobre poner o no huevos, entre enredaderas que ya tienen huevos y aquellas que aún no los tienen? ¿Entre aquellas enredaderas que tienen o no tienen orugas?

**3) Como encontrar comida, agua y (micro) clima apropiado.** Las plantas presentan una gran variedad de formas de crecer: las hierbas, arbustos, árboles, enredaderas, lianas, epífitas (una planta que crece sobre las ramas o tronco de otra tal como una bromelia u orquídea en la rama de un árbol). También presentan una gran diversidad de formas de hojas y clases de raíces (figura 16). Desde el punto de vista funcional las plantas también muestran distintas formas de responder a las condicio-

nes ambientales como los regímenes de luz y humedad y abundancia de los nutrientes. Algunas características particulares varían con relación al microhábitat en donde las plantas se encuentran: por ejemplo la forma de las hojas tiende a variar entre microhábitats soleados y sombreados, secos y húmedos. Muchas plantas también presentan interesantes características para poder sobrevivir largos períodos de frío, sequía o incluso incendios voraces. Finalmente, algunas plantas tropicales y subtropicales presentan asociaciones o con ácaros o con hormigas, proveyéndoles de estructuras especiales (cámaras en la base de la hoja o en el tallo) como refugios vivos más a veces de alimentos (secreciones de azúcar o bolitas de grasa y proteína). En su vez los bichos traen presas o detritus de afuera y sus desechos les proveen a las plantas de escasos nutrientes.



**Figura 16.** *Maneras de “buscar el alimento”: plantas.*

En cambio, la mayoría de los animales pueden buscar activamente su propio alimento (figura 17). Su comportamiento puede incluir la “selección” entre las clases de alimento, las horas del día y el tiempo que pasan buscando alimento, los lugares donde lo buscan y los comportamientos que siguen para encontrarlo.

**Preguntas sobre plantas:** ¿Cómo varía el largo, diámetro, color y forma geométrica entre las hojas exteriores y las interiores de una misma planta grande? ¿Cuántas claveles del aire (bromelias) se encuentran “sentadas” en ramas de distintos diámetros? ¿Entre las ramas de árboles con corteza rugosa y de corteza lisa? ¿Entre las ramas interiores y las exteriores de un mismo árbol grande?

**Preguntas sobre animales:** ¿Cómo varía el número de hormigas atraídas por: montículos de atún en aceite, de atún en agua, de jamón ahumado y de miel de abeja dentro de un periodo de 18 minutos? ¿Cómo cambia la preferencia con el tiempo? y ¿Cómo varían las preferencias entre diferentes clases de hormigas (ver capítulo 2)?

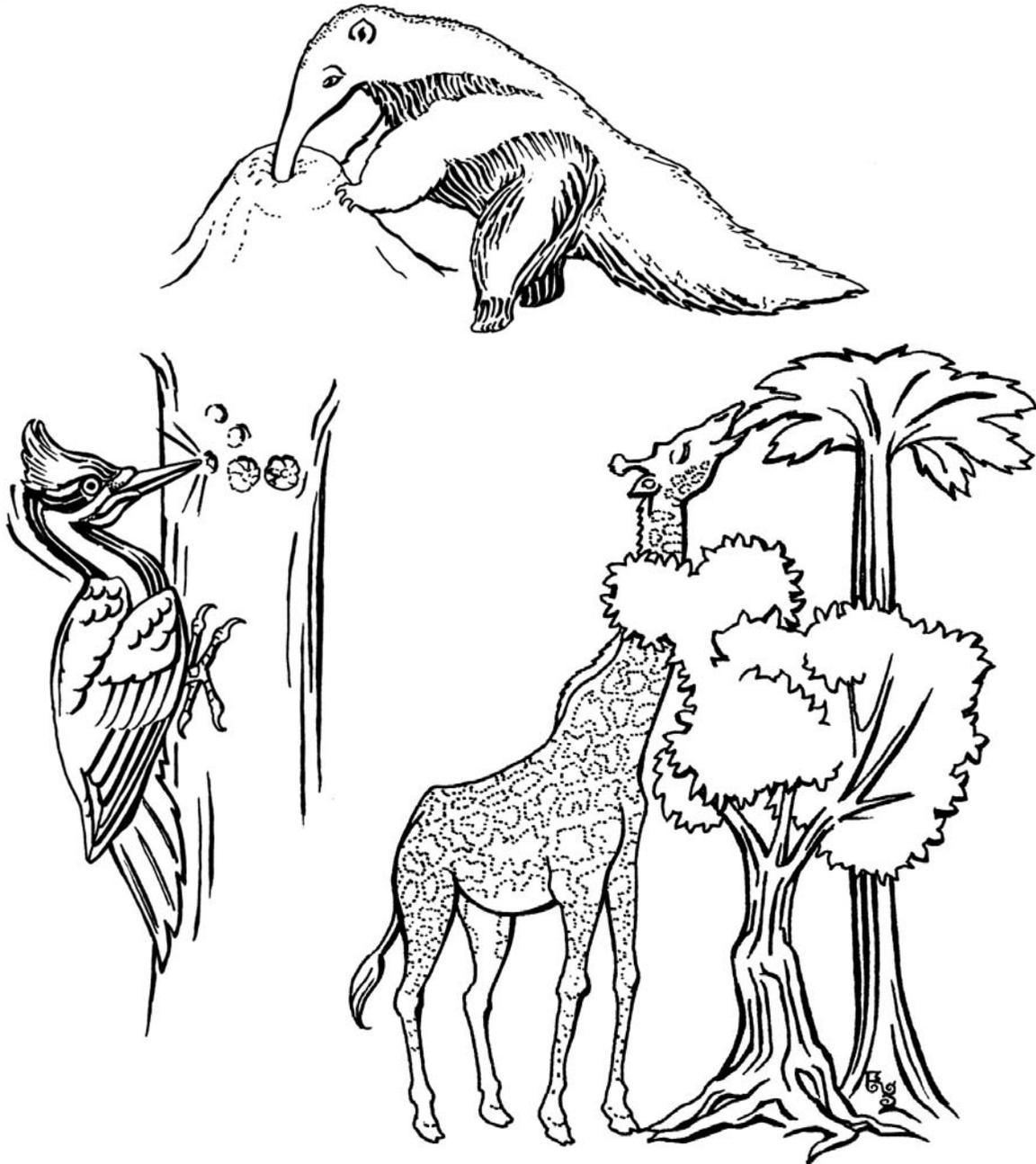


Figura 17. *Maneras de buscar el alimento: animales.*

## D. Consecuencias de la reproducción: dinámica poblacional

**1) Cambios en el tamaño de las poblaciones.** Las poblaciones de seres vivos no son siempre del mismo tamaño a lo largo del tiempo. Sugerimos desarrollar indagaciones que se enfoquen en el modo en que el tamaño de la población puede relacionarse con la época del año, sus vecinos o las acciones de los seres humanos.

**Pregunta:** ¿Cómo varía el número de bichos bolita (marranitas, chanchitas) debajo de una misma piedra grande, de semana a semana a lo largo del año escolar?

## 2) Límites al tamaño de la población.

Casi todos los seres vivos producen más crías de las que se "necesitan para reemplazarse", hasta varios millones de veces más. Por lo tanto las poblaciones podrían seguir creciendo indefinidamente. Sin embargo existen muchos factores que impiden tal crecimiento desenfrenado, entre ellos la acción de los depredadores, parásitos y enfermedades (ver abajo), la escasez de alimento y refugios o el clima incllemente.

**Preguntas:** ¿De qué manera varía el número de plantas maduras de diente de león (o de otra planta común en el patio de su escuela) entre seis macetas del mismo porte en las que se sembraron 1 sola semilla, 5, 10, 50, 100 y 250, respectivamente? [Esta misma indagación también puede repetirse entre cultivos de huerta. La siembra de rabanitos a diferentes densidades suele dar diferencias muy marcadas, no sólo en la proporción de las semillas que logran germinar y crecer y en el tamaño de los rabanitos, sino también en su forma. Este cultivo tiene además la ventaja de crecer muy rápido, con lo cuál en aproximadamente 30 días desde que comienza la indagación los resultados son bien visibles.]

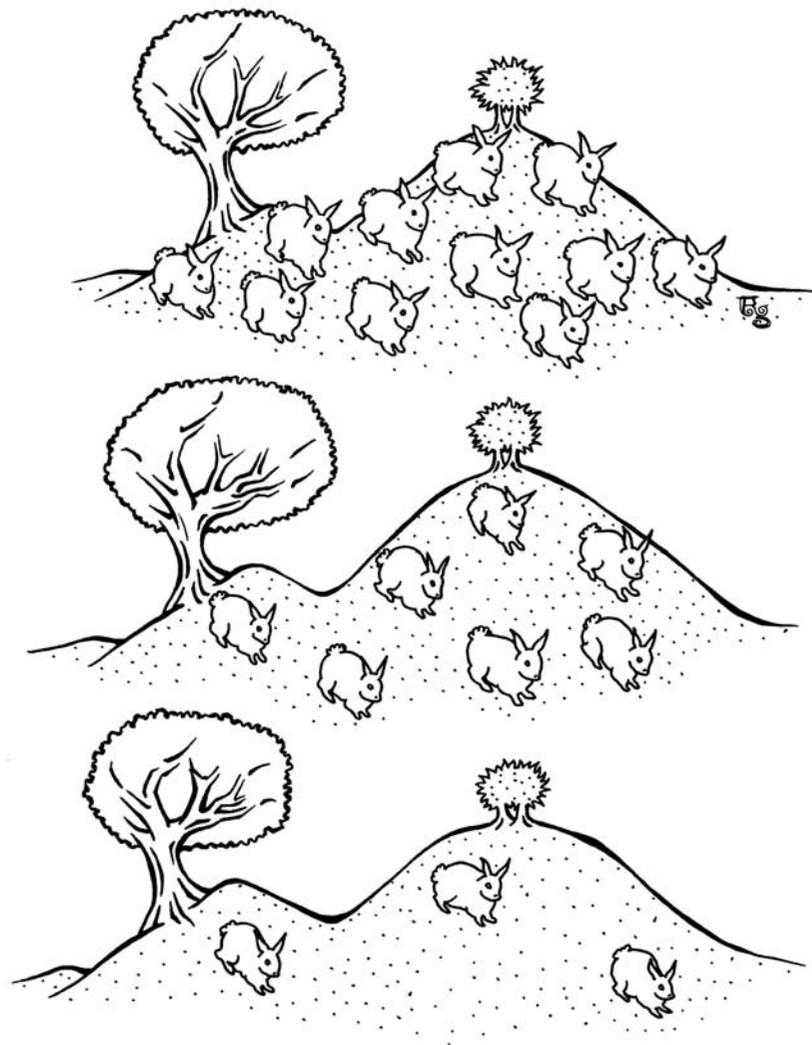


Figura 18. Las poblaciones no tienen igual densidad.

**3) Distribución de la población en el paisaje.** Aquí nos referimos a la distribución de los individuos de la misma especie. La población, sea de plantas o animales, no muestra la misma densidad de individuos a través del paisaje que ocupa (figura 18). Puede haber individuos viviendo en agrupaciones y habrá individuos aislados. Es cierto que la vida del ser vivo aislado será muy diferente a la vida en medio de una muchedumbre.

**Preguntas:** ¿Cómo varía el daño en las hojas de los individuos de la hierba (el yuyo) "x", entre los que están solos y los que están agrupados? ¿Cuántos y cuáles bichos voladores visitan los manchones de trébol que hay en el patio del colegio y cuántos y cuáles las plantas de trébol aisladas?

**4) Movimiento de adultos y jóvenes entre parches "habitables".** Puesto que el paisaje presenta muchos parches habitables desde el punto de vista de cada ser vivo, ¿quiénes son los que primero llegan a los parches anteriormente vacíos? ¿Cómo y cuándo llegan? ¿Siempre llegan, es decir hay parches aparentemente habitables pero vacíos hasta la fecha? Este tema trata de la dispersión y la colonización de nuevos sitios por los ejemplares de una especie u otra de ser vivo. Por ejemplo, ¿serán los bichos bolita pequeños o grandes, o los saltamontes juveniles o adultos (con alas) los que llegarán primero a un parche nuevo? ¿Serán los pulgones de plantas con o sin alas, los que llegarán primero a una

rosa anteriormente “libre” de ellos? ¿Cuáles serán los primeros pulgones que salgan de la agrupación una vez que esté atestada (ver los temas 1 y 2 arriba), los que tienen alas o los que no las tienen?

**Preguntas:** Al dejar caer las semillas aladas de la planta “X” (árbol tal como el cedro o el cebil, arbusto o incluso diente de león) ¿cómo varía la distancia de vuelo entre las semillas a las que se les cortó: un cuarto del ala (o, de cada ala si hay 2), la mitad, tres cuartos, toda el ala y las no manipuladas? ¿Cómo varía la proporción de pulgones que tienen alas, entre agrupaciones más y menos atestadas en las rosas del jardín?

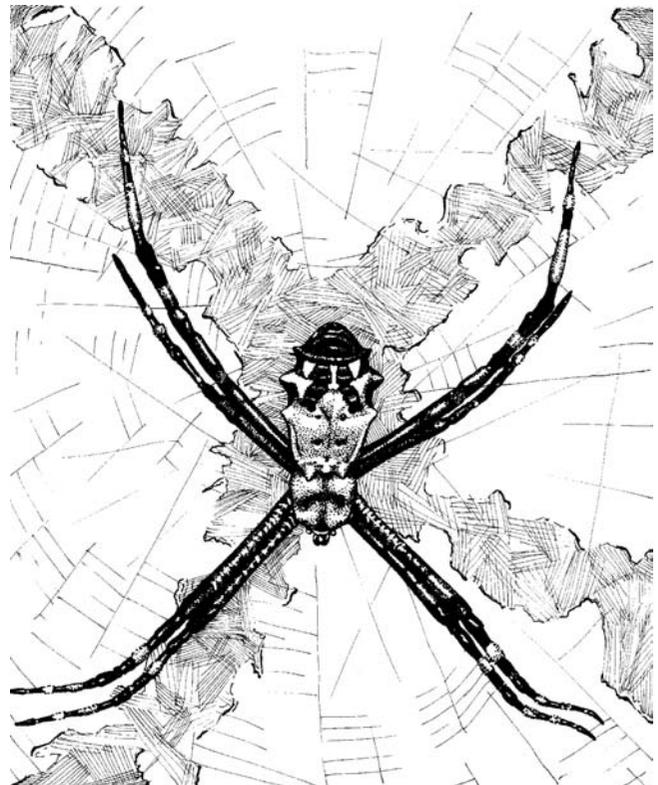
## II. INTERACCIONES ENTRE SERES VIVOS DE DISTINTOS TIPOS

Un segundo gran grupo de temas corresponde a las interacciones que suceden entre individuos de especies diferentes, animales o plantas, que comparten un mismo parche. Estas interacciones a su vez afectan a las poblaciones de los seres vivos involucrados y tienen que ver con casi todos los aspectos de sus vida.

### A. Interacciones entre un ser vivo hambriento y otro que “no quiere” ser comido.

**1) Animales como depredadores y animales como presas.** En el patio de la escuela usted no encontrará pumas persiguiendo venados. Sin embargo, sí encontrará numerosos depredadores pequeños que están persiguiendo, acechando o esperando pacientemente sus presas pequeñas (figura 19). Sugerimos explorar las características ecológicas de las interacciones entre depredador y presa. Por ejemplo pueden indagar sobre cómo varía el éxito de “la cacería” bajo circunstancias distintas; cómo el depredador encuentra la presa y sobre el variado éxito de la presa de lograr eludir el depredador. Otras indagaciones pueden tratar sobre las características de animales que tienden a disminuir el riesgo de ser comido, o las características de los depredadores que tienden a aumentar el éxito de encontrar y cazar presas. Aquí incluimos los comportamientos, formas, mimetismos, coloraciones de advertencia o de camuflaje que sirven para ocultar la presa o para disfrazar el depredador furtivo. Muchos más tipos de arañas y otros bichos de las que usted imagina serán sus aliadas en estas indagaciones a pequeña escala, y a menudo llevan a reflexiones diversas sobre lo que podría suceder con los animales mucho más grandes.

**Preguntas:** ¿Cómo varían las clases y números de cadáveres de bichos presas entre las telarañas de una misma forma que se encuentran a distintas alturas sobre el suelo (o a distintos ángulos de la vertical o en distintas clases de microhábitat)? ¿Cuáles y cuántas orugas encontramos en las superficies inferiores de las hojas y en las superiores (tomando en cuenta la observación de que las aves en busca de presas tienden a mirar hacia abajo, no hacia arriba)?



**Figura 19.** Araña de jardín esperando su presa.

## 2) Animales como depredadores y plantas como presas: depredación de semillas.

Muchos animales, por ejemplo algunas aves, ratones, hormigas y escarabajos (para no mencionar a casi todos los seres humanos), comen semillas de plantas matándolas y en consecuencia están depredando las “crías de plantas” (figura 20) así como el puma está depredando las crías de liebre. La velocidad a la que algunas hormigas y escarabajos consumen semillas suele ser fácil de cuantificar (ver las Preguntas a continuación). También, y tal como sucede en las interacciones entre animales (presa y depredador), las semillas de unas plantas tienen características que reducen los riesgos de depredación como espinas o pelos urticantes sobre la cáscara que las cubre, mientras que los depredadores de semillas tienen características que aumentan su posibilidad de “frustrar” aquellas defensas, encontrar y consumir las semillas.

**Preguntas:** ¿Como varía la frecuencia (o la cantidad) de semillas depredadas por vaina de una misma clase de acacia (o algarrobo u otra clase de planta que produce vainas) entre los ejemplares con pocas vainas y aquellos con muchas vainas? O, ¿cómo varía la frecuencia (cantidad) de semillas atacadas por vaina de aquella planta, entre ejemplares aislados y aquellos que viven en una agrupación? [Nota: se puede abrir cada vaina, o se puede contar el número de huequitos que se encuentra en el exterior de la vaina. Cada huequito indica la entrada de una oruga que salió del huevo que su madre puso sobre la cáscara. El número de ellos está relacionado con el número de semillas que resultan atacadas, aunque no es exacta porque unas oruguitas se mueren antes de

hacerles daño a las semillas mientras que unas orugas pueden comerse más de una sola semilla. Por ende, si usted cuenta huecos en el exterior de la vaina tendrá que ajustar las palabras de la Pregunta... ¿cómo y por qué? Ver el capítulo 2.]

## 3) Animales vegetarianos y plantas como forraje.

Muchos animales comen hojas, tallos e incluso raíces sin matar la planta (figura 21). Esta llamativa y muy extendida interacción (la *herbivoría*) entre plantas y animales vegetarianos (*herbívoros*) existe en toda su gran variedad en los patios escolares. Por ejemplo, los pulgones y otros bichos chupan la savia de las plantas; otros pequeños bichos muerden las hojas en formas o patrones característicos (por ejemplo las orugas, unos escarabajos, los grillos, las babosas y unos caracoles); otros generan la formación de agallas en las plantas (por ejemplo unos ácaros o larvas de algunas avispas, escarabajos y otros insectos) y otros excavan diminutos túneles en el tejido blando y jugoso que se encuentra en medio de la piel de las hojas (larvas de otras avispas diminutas, polillas, escarabajos y moscas). Fuera de la escuela, las vacas, cabras y muchos animales silvestres como los venados, los osos andinos, las tatúes, las tortugas verdes de mar o los roedores cavadores también se alimentan de tejido vegetal. Por otro lado, las plantas presentan una gran variedad de características cuyo efecto es proteger o defender sus partes comestibles, tales como espinas y pelos punzantes en los tallos y las hojas, alto contenido de sílice que destruye la boca del animal vegetariano, sustancias químicas que hacen desagradable o tóxica la planta y más. Sin embargo, no hay ninguna planta cuyas defensas no se hayan vencido por una u otra especie de animal vegetariano.

**Preguntas:** ¿Cómo varía el largo total de los túneles hechos por los minadores de hojas, entre hojas de diferentes circunferencias? [Necesitará hilo de coser para esto porque los minadores usualmente

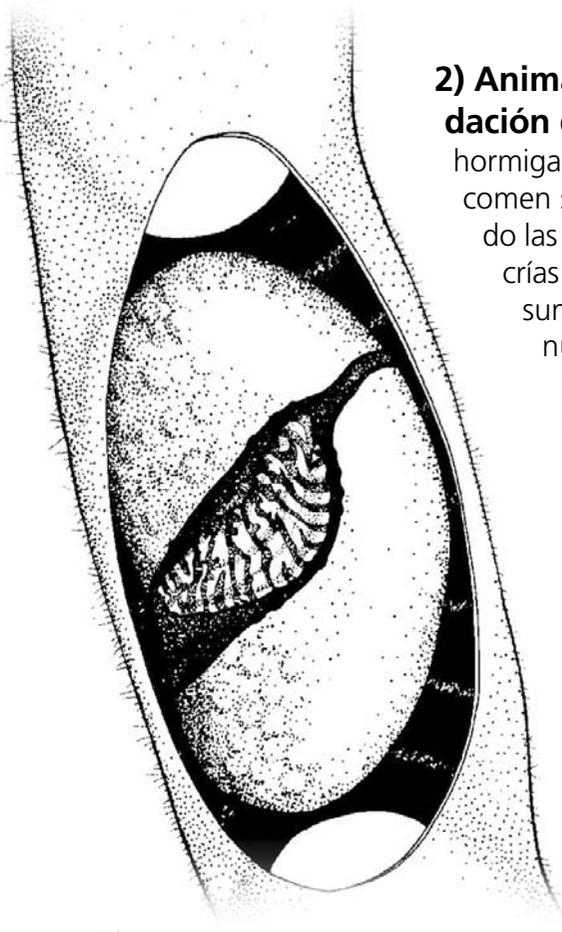


Figura 20.

*Depredadores de semillas.*

hacen espirales y formas curvas. Ponga cuidadosamente el hilo siguiendo las vueltas y curvas del túnel, desde el principio hasta el final. Obtendrá el largo total al estirar el hilo y medir la distancia con una regla. Luego puede poner el hilo alrededor del borde de la hoja y repetir la operación de medición, esta vez de la circunferencia]. ¿Cuántos túneles de “bicho taladro” se encuentran en las ramas de los ciruelos y en las de los naranjos? ¿Cuántos se encuentran en las ramas viejas y en las nuevas de un mismo árbol? ¿Cómo varía la proporción de hojas cuyos tejidos fueron mordidos por bichos, entre los árboles de diferentes clases de cítricos?

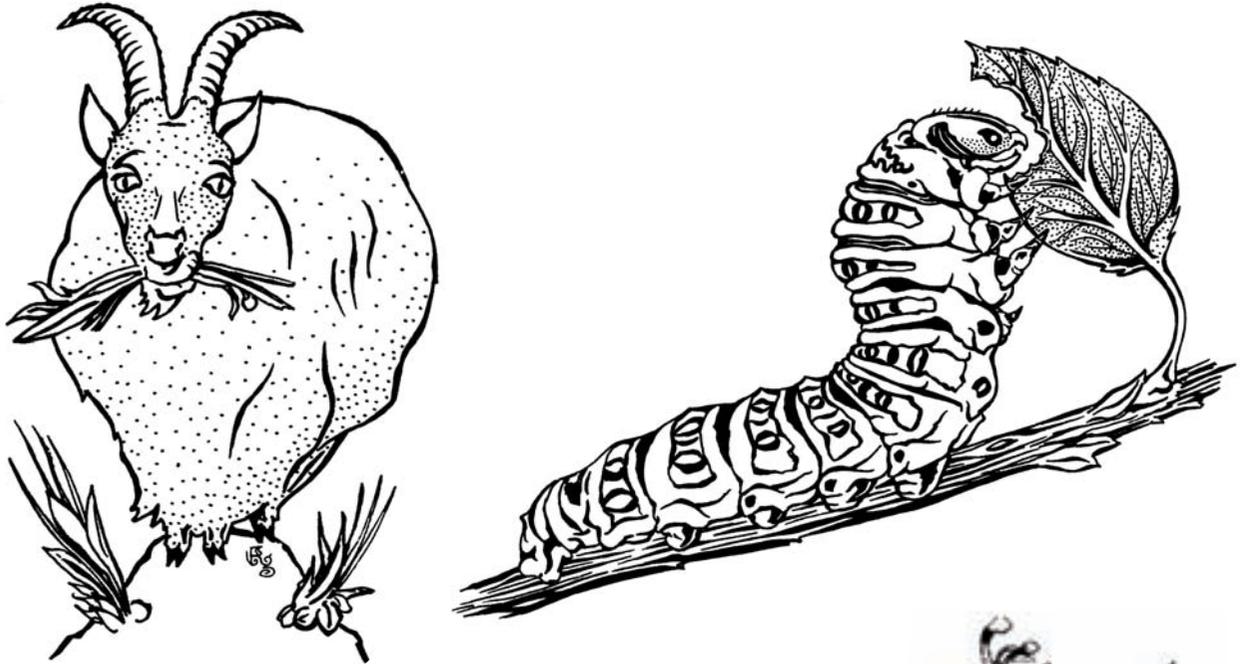


Figura 21. *Animales vegetarianos.*

**4) El forraje se defiende: reclutamiento de hormigas y otros insectos como “mercenarios”.** Los patios de escuelas en regiones tropicales o subtropicales suelen tener uno o dos tipos de plantas defendidas por insectos, usualmente hormigas que viven dentro o sobre la planta. Las hormigas la defienden contra animales hambrientos (tan grandes como vacas o humanos incautos). Algunas veces las hormigas también eliminan vegetación que pueda competir o sofocar a su planta hogar. La planta provee a las hormigas con néctar, cuerpos alimenticios ricos en grasa y proteína e incluso en algunos casos con espacios para vivir, en cual caso también los desechos de las hormigas le provee a la planta de nutrientes: ver el tema IC3 arriba. También hay interacciones menos refinadas: unas plantas secretan cantidades diminutas de néctar dentro de “copitas” en las hojas, el tallo o el fruto verde. Estos *nectáreos extraflorales* atraen no sólo a hormigas de los alrededores inmediatos, sino también a las avispas carnívoras. Aunque no vivan en la planta, las hormigas y avispas atacan y

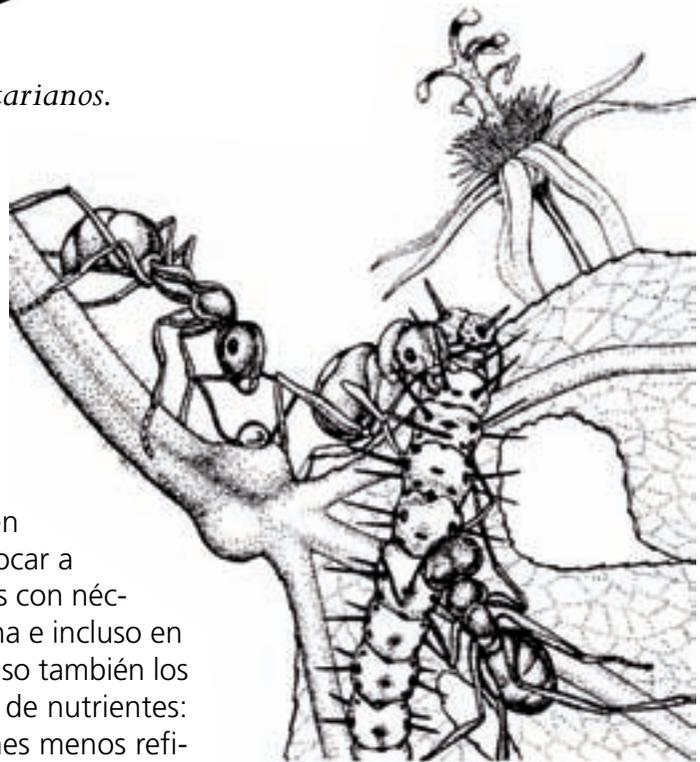


Figura 22. *Defensa de plantas: nectáreos extraflorales en la hoja de un maracuyá.*

comen las orugas u otros bichos vegetarianos que encuentran (el plato fuerte), además de gozar del dulce (figura 22).

**Pregunta:** ¿Cómo varía la frecuencia de hormigas por hoja de guava (guamo) o por hoja de maracuyá (parchita), entre las hojas tiernas verde claro y las hojas bien maduras (verde oscuro)? [Nota: las hojas de éstas y muchas otras plantas como por ejemplo las habas de la huerta, tienen los nectáreos extraflorales pero no todos ellos están produciendo néctar siempre.]

**5) Animales parásitos y sus hospederos.** Algunos animales viven de otros animales más grandes, pero no suelen matar a sus hospederos. Mientras que muchos parásitos viven dentro de los cuerpos de sus hospederos y son virtualmente imposibles de estudiar en el patio escolar, otros viven por fuera (figura 23) y son fáciles de ver, por ejemplo las garrapatas, las pulgas y los piojos.

**Preguntas:** ¿Cómo varía la cantidad de garrapatas entre perros gordos y perros flacos? ¿Entre perros peludos y pelados? ¿Entre perros y gatos?

## 6) Enfermedades de animales o plantas.

Mucho de lo que llamamos “enfermedad” es una forma de parasitismo, en la que los parásitos son tan pequeños que no son visibles para nosotros o no podemos distinguir un individuo de otro. Por tanto es difícil indagar sobre este tema en el patio de la escuela... a menos que en el patio haya cítricos u otras plantas que generalmente tienen hongos.

**Preguntas:** En los árboles de naranjo del patio de la escuela ¿cómo varía el grado de infestación de hongos por hoja, entre naranjos expuestos al sol y aquellos que crecen a la sombra de las copas de otros árboles? ¿Cómo varía esto de acuerdo a la edad del ejemplar? ¿Cómo varía esto entre ejemplares de diferentes variedades de cítrico (naranjos, mandarinas, limones, limas y pomelos o toronjas)? Dentro de un mismo cítrico ¿cómo varía el grado de infestación entre las hojas individuales del exterior y las del interior? ¿Entre hojas de distintas edades?



Figura 23. Parásitos y hospederos.

## B. Interacciones entre un ser vivo hambriento y elementos de otro que “quieren” ser comidos.

Muchas plantas son visitadas por animales en busca de alimentos producidos dentro de las flores (néctar, a veces polen “en exceso”, ocasionalmente otras sustancias). Mientras buscan alimento (figura 24) el animal puede inadvertidamente depositar polen vivo que se adhirió a su cuerpo cuando visitaba otras plantas del mismo tipo. Asimismo las flores que está visitando pueden pegar polen fresco que se depositará en otras flores visitadas más adelante. El resultado neto es que el polen traído a la planta por el animal puede terminar fertilizando sus flores y conduciendo a la producción de semillas, mientras que el polen que el animal lleva de la planta puede terminar fertilizando las flores de otras plantas, así conduciendo a la paternidad de las semillas de ellas.

De manera parecida, muchas plantas envuelven sus semillas en frutos “carnosos” que atraen a otros animales que los consumen (por ejemplo el tucán de la figura 14). Luego los animales inadvertidamente dejan caer las semillas o las defecan en sitios que, por casualidad, pueden ser parches aptos para su germinación y el crecimiento de las plántulas.

En ambos casos, productos florales consumidos por algunos animales y frutos consumidos por otros, la planta se beneficia en términos de su descendencia. Note cómo estas interacciones ya incorporan varios temas que hemos presentado arriba.

**Preguntas sobre animales y flores:** ¿Qué animales visitan flores de la especie “X” y cuáles visitan aquellas de la especie “Z” en el patio escolar, y cómo cambian las listas de visitantes a diferentes horas de la mañana? ¿Qué tipos de animales visitan flores abiertas en forma de plato y qué tipos visitan flores cerradas, largas y tubulares? ¿Cuáles y cuántos animales visitan las flores de un mismo tipo de planta pero de tres colores distintos? Si ponemos agua con azúcar dentro de las flores visitadas por las abejas ¿cómo varía el tiempo pasado en la flor (por la abeja), entre esas flores “enriquecidas” y aquellas flores que no hemos manipulado?

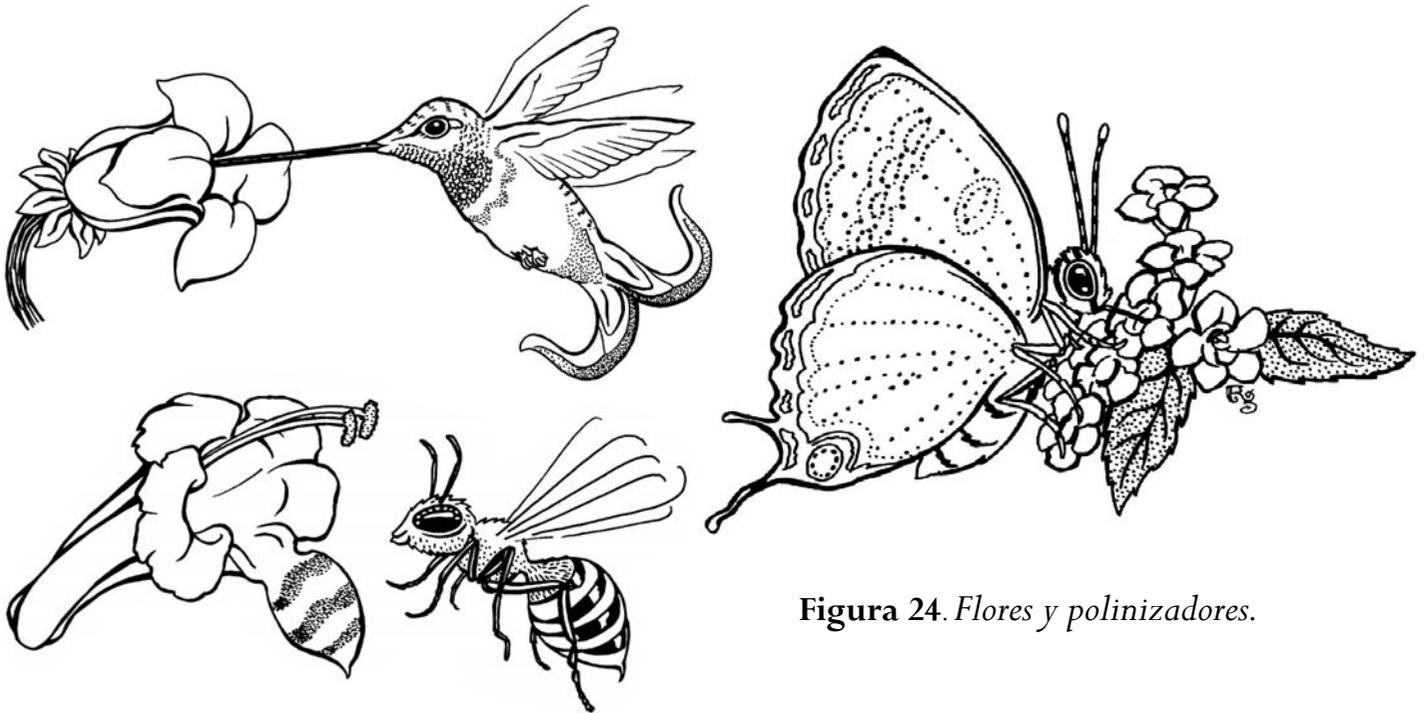


Figura 24. Flores y polinizadores.

**Pregunta sobre animales y frutos:** ¿Cómo varía la tasa de desaparición de frutos entre ramas de lantana [o de ligustro, olivillo, zarzamora u otra planta con frutos carnosos algo pequeños] cuyos frutos están encerrados dentro de bolsas de tul o malla mosquitera, y ramas cuyos frutos están al aire y al alcance de los pájaros y otros animales?

## C. Interacciones entre seres hambrientos y seres muertos: la descomposición.

Este tema trata de una de las interacciones más críticas del mundo natural: aquella entre los residuos que producen todos los seres mientras viven o cuando mueren, y algunos seres vivos que consumen esta materia y al hacerlo la devuelve a la tierra en los componentes más simples (figura 25). Imagine donde estaríamos si no hubiera descomponedores para fraccionar y digerir las hojas muertas o deshacer las heces de vaca o gallina, por mencionar un ejemplo. Muchos seres vivos, desde hongos y bacterias hasta lombrices de tierra y cóndores andinos, participan en este proceso.

**Preguntas:** ¿Qué clases de animales viven debajo o dentro de las varias clases de “basura” que se encuentra en el patio? [Aviso: la gama de “basura” debe incluir desde varias clases de restos “naturales” de vegetación (troncos o palos caídos etc.) y excrementos de vaca, hasta los papelitos tirados, latas, plásticos etc. Pero *tengan mucho cuidado*: usen siempre guantes, palas, cucharas de madera, varas u

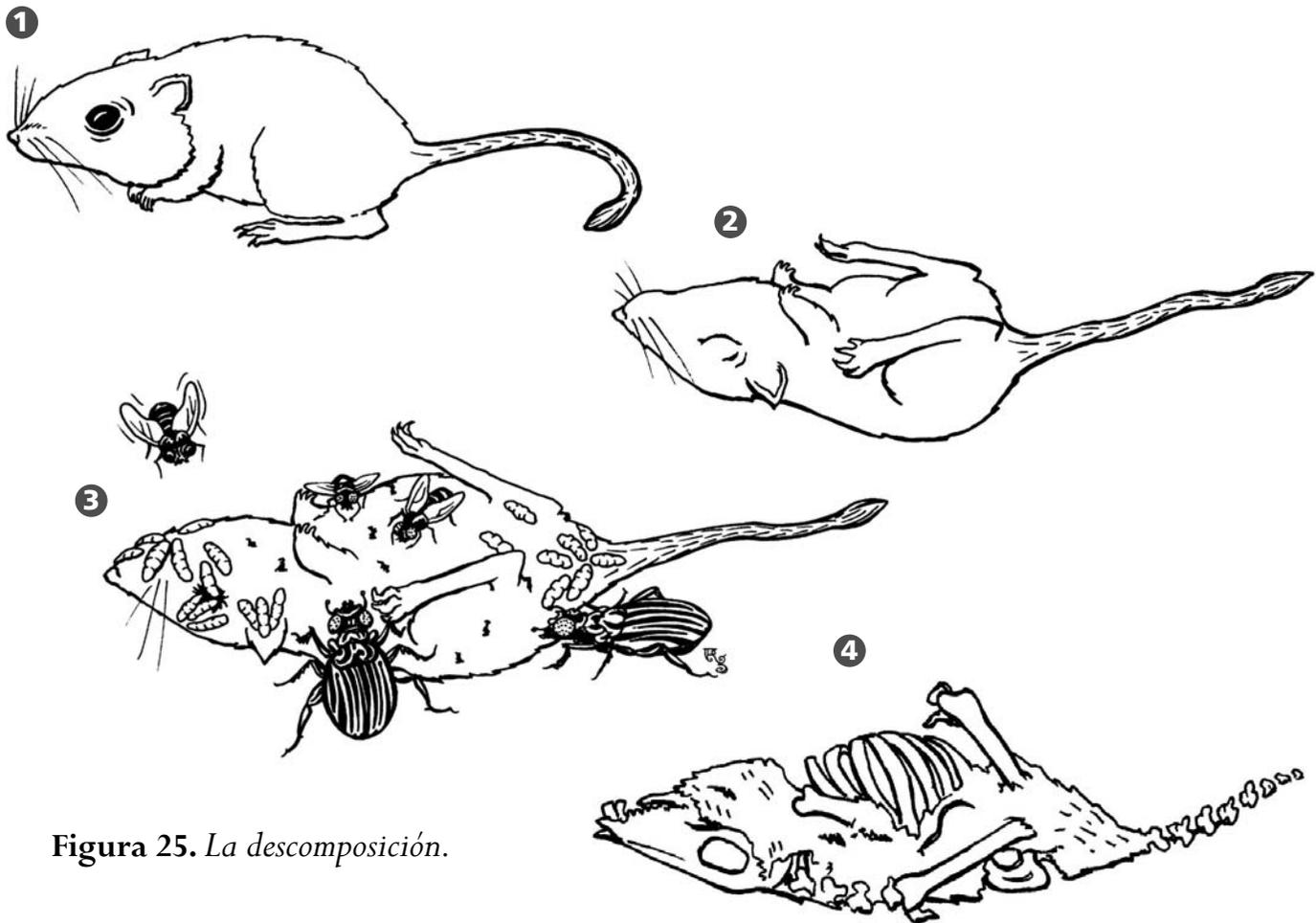


Figura 25. La descomposición.

otros instrumentos para volcar y examinar la basura.] ¿Cuánto tiempo lleva la descomposición de las basuras de diferentes clases (incluyendo los restos vegetales)? Entre semana y semana a lo largo del año escolar ¿cómo cambia la apariencia (color, textura, olor) de tajadas de ayote (zapallo, calabaza), de piña (ananá) y de papa, dejadas sobre el césped sombreado y bajo malla metálica al inicio de clases? ¿Cuánto tiempo lleva la descomposición de las bostas de vaca depositadas a la sombra debajo de un árbol, en el medio de los pastos y yuyos altos o en el suelo desnudo y soleado? En lugares cercanos a una finca (granja, campo), al obtener la información de su dueño sobre el manejo de los diferentes animales podemos indagar: ¿cuánto tiempo lleva la descomposición de la bosta de los animales jóvenes continuamente desparasitados con respecto a la de los que no se desparasitan?

## D. Interacciones entre dos seres vivos de diferentes especies pero con los mismos gustos: la competencia interespecífica.

Plantas o animales de distintas clases podrían tener los mismos gustos de alimento, agua, luz o lugares para hacer nido, entre otros. Si aquellos recursos no son abundantes a menudo surgen interacciones competitivas. Las indagaciones pueden explorar la competencia por alimento entre distintas hormigas, entre diferentes insectos que visitan las mismas flores del jardín, entre las flores de diferentes plantas polinizadas por los mismos insectos o entre plantas por espacio o luz.

**Preguntas:** ¿Cómo varía la tasa de visitas de animales a flores de las plantas tipo X, entre aquellas rodeadas de otras plantas de X y aquellas rodeadas de plantas de otros tipos cuyas flores atraen los mismos visitantes? Después de localizar dos hormigueros de distintos tipos pero con horarios y preferencias alimenticias semejantes (ver las Preguntas anteriores), al presentarles montículos de alimentos colocados en varios puntos del eje entre los dos ¿cómo varía: a) el número de hormigas de cada tipo

que llegan al alimento, b) el número de peleas por minuto y quién gana cada pelea y c) la tasa de desaparición de la comida, según la localización del alimento? [SUGERENCIA: Imagínese un eje recto que conecte los dos hormigueros y coloque montículos pequeños de alimentos a lo largo de ello. Por ejemplo si la distancia recta entre los dos hormigueros es de 2 m, se puede colocar un montículo a 10 cm del hormiguero A (y 190 del B), a 25 del A (y 175 del B), a 50 del A (y 150 del B), en el punto medio (100 cm de cada hormiguero) y seguir hasta el montículo a 190 cm del hormiguero A y 10 del B.]

## E. La variación en la intensidad espacial y temporal de las interacciones

Tanto como las poblaciones de seres vivos que están metidos en ellas, las interacciones descritas arriba no son uniformes en el tiempo o en el espacio, ni en su intensidad o su naturaleza. Cada ser vivo tiene un “vecindario ecológico” único, compuesto por una combinación particular de distintas interacciones ecológicas que experimenta con sus vecinos. Este vecindario cambia con el tiempo; por ejemplo, a medida que las plantas vecinas producen o pierden las flores o cuando las vacaciones escolares conducen a una escasez repentina de alimento para las hormigas y gorriones del patio escolar.

**Pregunta:** ¿De qué manera varía la frecuencia de hojas mordidas por bichos (número de hojas mordidas entre el número total), entre plantas de tipo X que viven rodeadas por otras de X y aquellas que viven solas? [Como usted ve, ya se ha tocado este tema en varias de las Preguntas anteriores.]

## III. PATRONES Y PROCESOS A ESCALA DEL PARCHE O PAISAJE COMO UN TODO

Ahora consideremos el conjunto de seres viviendo juntos, tengan o no interacciones fuertes unos con otros. La sumatoria de los procesos a nivel de individuos y poblaciones de las diferentes especies, las interacciones particulares entre una especie y otra y la historia particular del lugar resultan en tendencias o “patrones” a través del conjunto de seres vivos como un todo, tales como la recuperación gradual de un bosque o pradera después de un incendio o la variación del número de especies de aves entre plantaciones de pinos y parches de bosque nativo.

### A. La abundancia relativa de los seres vivos: unas especies tiene más individuos que otras.

A través de indagaciones se puede explorar el hecho de que unas especies de plantas y animales son comunes y otras son raras (figura 26), e incluir las consecuencias de ser “común o raro” en la Reflexión.

**Preguntas:** ¿Cómo varía el número de mariposas (o abejas, avispa, cucarachas, escarabajos etc.) de cada especie encontrada en el patio de la escuela, con respecto al tamaño promedio de un ejemplar de la especie? En plantas de la especie “X”, ¿cuál es el cociente entre el número de pulgones por planta y el número de depredadores de ellos (por ejemplo, mariquitas o vaquitas de San Juan)? Examinando el número de plantas de los distintos tipos en 24 parcelas de vegetación herbácea seleccionadas al azar en el patio, ¿cuál es la relación entre la *densidad promedio* (número de individuos por parcela donde se encuentra la especie) de las distintas hierbas (yuyos) y su *frecuencia de ocurrencia* (proporción de las parcelas que tienen la especie presente)?

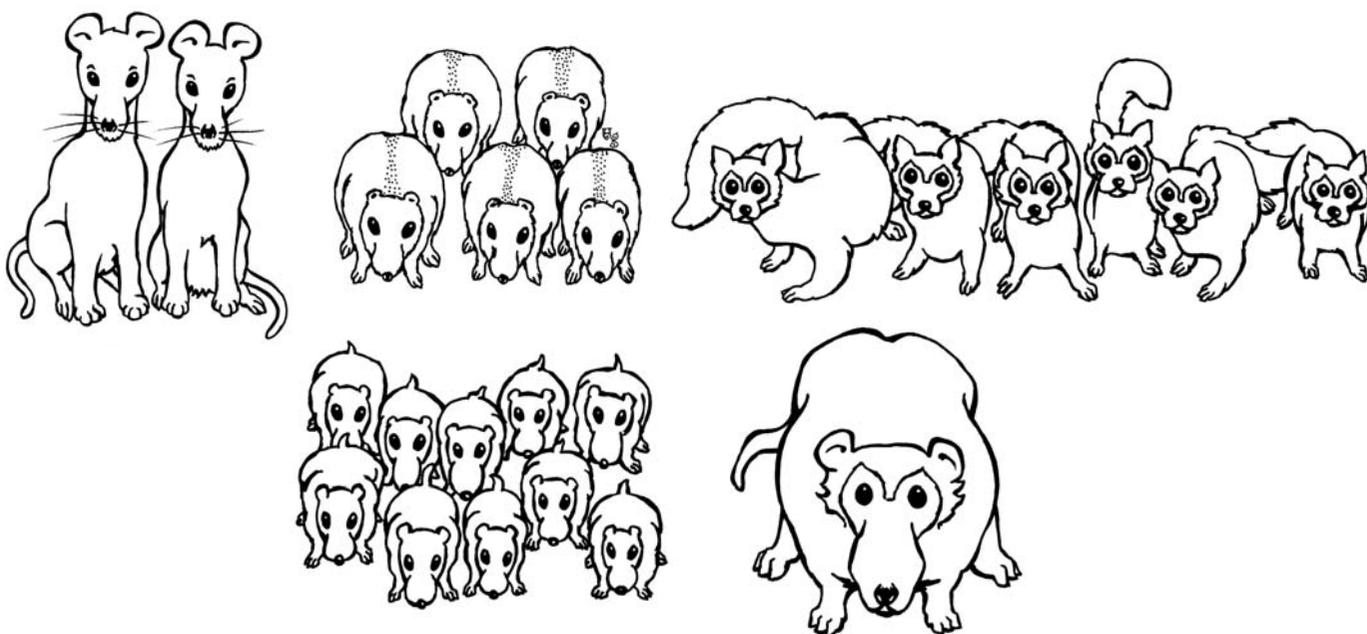


Figura 26. Abundancia relativa de los seres vivos.

## B. La diversidad biológica: algunos *lugares* presentan más especies, y/o especies diferentes, que otros

Este tema, apropiado para numerosas indagaciones en todos los patios escolares, involucra el aspecto más reconocido de la diversidad biológica (la “biodiversidad” es la palabra de moda): el modo en que varía el número de especies y su identidad de un lugar a otro (figura 27). (REFERENCIA CRUZADA: Capítulo 2). En este texto casi todos los ejemplos de Preguntas con las palabras “¿cuáles y cuántos?” o simplemente “¿cuáles?” pertenecen a este tema.

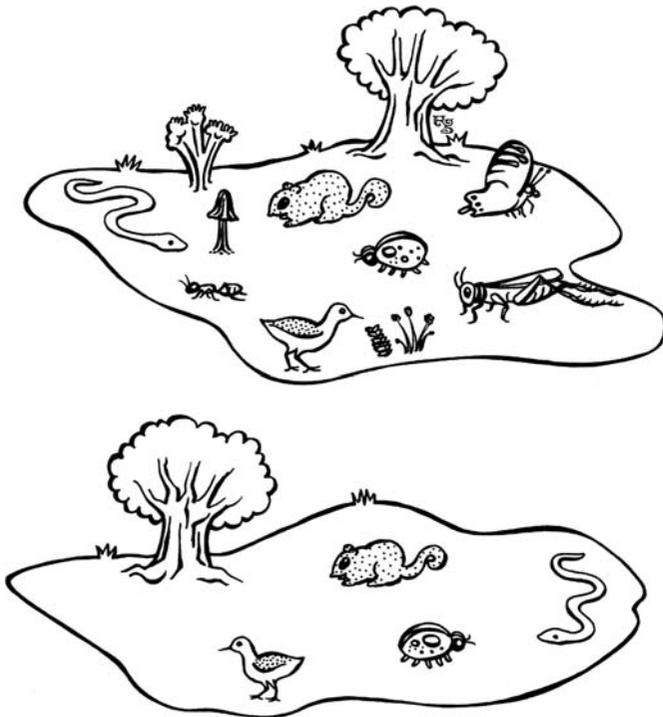
**Preguntas:** ¿Cuáles y cuántas plantitas (hierbas, yuyos etc.) viven en suelos con distintos grados de dureza, a través de 12 zonas de suelo seleccionadas al azar? ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran por unidad de superficie, en troncos rugosos y en troncos lisos?

## C. La diversidad ecológica: algunos *parches* presentan más especies, y/o especies diferentes, que otros

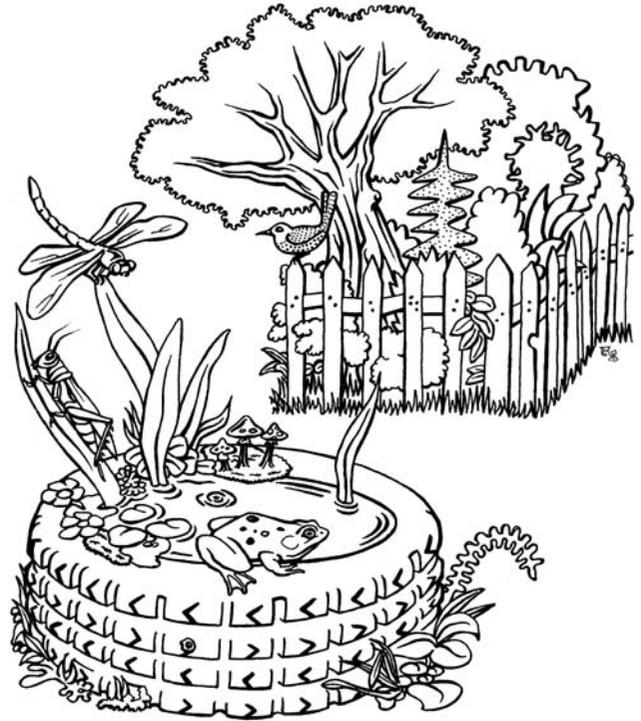
Algunas actividades humanas o procesos naturales llevan a la formación de parches de hábitat muy diferentes a sus alrededores, desde el punto de vista de muchos de los otros seres vivos que los habitan. Los “parches naturales” a varias escalas (figuras 11 y 27) incluyen islas de pasto en las cimas de las montañas (o, los páramos), rocas desnudas en el medio de la vegetación, parches de bosque en medio de sabanas o espacios debajo de rocas medio sepultadas en el suelo. Por otra parte, nosotros los seres humanos creamos parches a escala pequeña (figura 28) o grande. Por ejemplo, a medida que se talan las áreas boscosas pueden quedar fragmentos de bosque original aquí y allá, rodeados por zonas de cultivo o pastizales, o puede aparecer un parche cuadrado de pinos o eucaliptos en el medio de un pastizal erosionado. El número y tipo de seres vivos suele diferir bastante entre parches aislados y extensiones continuas de un mismo hábitat, o entre parches de diferente tamaño.

**Pregunta sobre parches naturales:** ¿Cuáles y cuántos bichos viven en arbustos de la especie X según el volumen total de su follaje, desde los ejemplares más pequeños hasta los arbustos grandes y maduros?

**Pregunta sobre parches artificiales:** ¿Cuáles y cuántos bichos de suelo viven en macetas de distintos diámetros?



**Figura 27.** Lugares (parches naturales) con diferentes números y tipos de seres vivos.



**Figura 28.** Parches creadas por el ser humano.

## **D. La interacción entre los parches y sus alrededores: el contexto de un parche afecta su contenido de especies al tiempo que los contenidos también afectan el contexto**

Un parche de bosque natural rodeado de cientos de kilómetros cuadrados de pastizal erosionado probablemente experimenta distintos efectos y contiene diferente número y tipo de especies que un parche del mismo tamaño que está rodeado de una diversidad de cultivos bien cuidados y parcelas abandonadas en recuperación. En este último, los animales que viven en el parche pueden salir a usar los recursos de los alrededores y los animales y plantas de los alrededores pueden “invadir” al parche en cuestión.

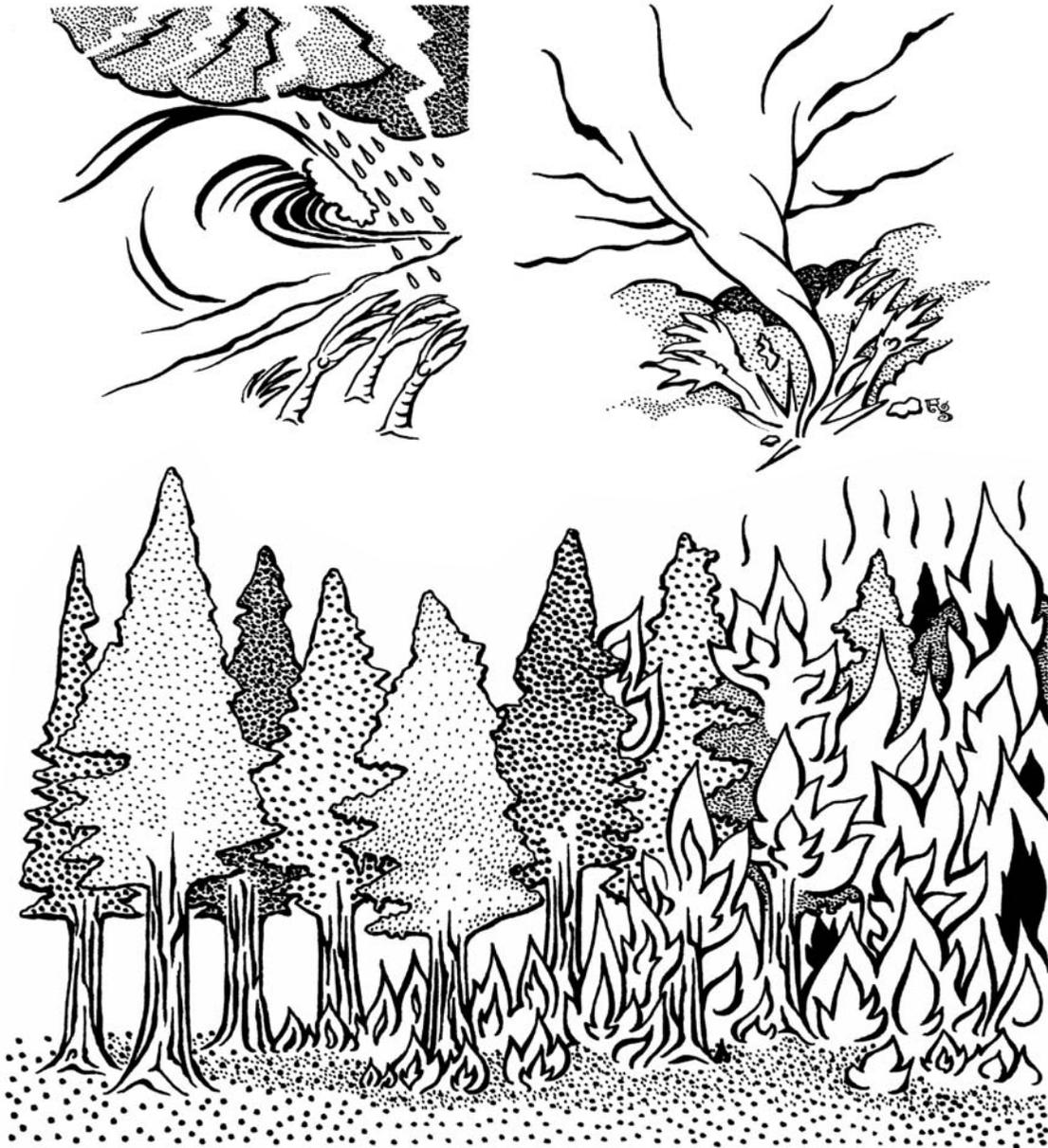
**Pregunta:** ¿Cuáles y cuántos bichos viven debajo de piedras medio sepultadas y rodeadas de suelo desnudo y aquellas rodeadas de césped?

## **E. La perturbación a diferentes escalas e intensidades y sus consecuencias.**

Si un árbol cae en el bosque, deja un claro en el “techo” (dosel) del bosque y genera una perturbación en el piso donde rompe muchas plantas más pequeñas. Un incendio avanzando por el bosque o la sabana es una perturbación de mayor escala e intensidad, como es un ciclón o huracán (figura 29). La tala de árboles por forestales es una perturbación que varía con la intensidad y el método utilizado. Una senda frecuentemente transitada en el patio de la escuela es una perturbación, así como la

porción ennegrecida del patio donde se quema la basura orgánica (ver anexo II) o un desagüe externo del lavadero o la cocina. El ruido y el humo de la calle frente a la escuela son perturbaciones de otro tipo. Las indagaciones pueden comparar las consecuencias de las perturbaciones a diferentes escalas espaciales o de diferentes intensidades.

**Preguntas:** ¿Cuáles y cuántos tipos de plantas existen en zonas a distintas distancias de la mitad del sendero que cruza el patio de la escuela? ¿Cuáles y cuántos bichos de suelo se encuentran en parches de suelo recién quemado (por ejemplo, por la quema de restos vegetales en el patio) y zonas del césped no quemado que se encuentra al lado (ver el anexo II)?



*Figura 29. Perturbaciones fuertes.*

## **F. Después de la perturbación: la sucesión ecológica**

Después de una perturbación ligera pueden quedar unas “plazas abiertas” que eventualmente se colonizan por ejemplares de las especies de los alrededores no perturbados y ocasionalmente por ejempla-

res de otras especies “pioneras” que suelen vivir en espacios abiertos. Por otro lado, una perturbación fuerte puede cambiar bruscamente la naturaleza del sitio, dejándolo en un estado más simple físicamente y con pocos supervivientes de las especies que anteriormente ocupaban el lugar. A este paisaje muy cambiado, como ya hemos discutido en temas anteriores pueden llegar por casualidad colonizadores de las especies “pioneras” (esporas de hongos, semillas de herbáceas resistentes (yuyos) y juveniles de bichos vagabundos) que fundan nuevas poblaciones (ver el tema ID4). Como resultado acumulativo de este proceso, si el sitio se deja a su suerte el número total de especies puede aumentar y casi con seguridad habrá un recambio de las mismas a medida que algunos ejemplares de otras especies no tan pioneras llegan poco a poco y dificultan el paso o permanencia de las primeras.

**Preguntas:** ¿Cuáles y cuántos bichos de suelo (o plantas) se encuentran en parches quemados de diferentes edades? ¿Cuáles y cuántos bichos del suelo (o plantas) se encuentran de mes a mes a lo largo del año escolar, en tres parches quemados simultáneamente al inicio del mismo? Si al principio del año escolar prohibimos el pisoteo en tramos de un sendero que antes estaba muy transitado ¿cómo cambian los tipos de plantas y la cobertura de ellas de semana a semana del resto del año?

## IV. EL PAPEL DE LAS ACTIVIDADES DE LOS SERES HUMANOS EN LOS PROCESOS Y PATRONES ECOLÓGICOS

Claramente este tema no existe aislado de los otros. Es decir, tiene que ver con muchas indagaciones desarrolladas en el patio escolar que se concentran en uno o varios tópicos del recuento anterior. Por ejemplo, usted puede indagar los usos tradicionales (incluyendo los medicinales) de las diferentes plantas que se encuentran en el patio, mientras que esa misma indagación puede involucrar uno o más de los temas IB4, IB5, IC1, IC3, IIA1, IIA3 y IIB. O, la indagación puede involucrar los efectos de las plagas de los cultivos y posibles maneras de controlarlas sin plaguicidas (ver también los temas IIA1, 2, 3, 4 y 5), los varios efectos que distintos tipos de basuras tienen sobre su entorno inmediato y sus seres vivos (ver también temas IIC, IIIB y IIIC), la tasa de descomposición en diferentes microhábitats más afectados y menos afectados por el hombre (ver temas IA, IB1,3,4, IC3, IIC, IIB, IIC) o los efectos de los senderos o las quemas de basura sobre el entorno inmediato y sus seres vivos (ver IA, IB1, IB5, IIIB, IIIE, IIIF). Claramente hay un número ilimitado de indagaciones que incluyen consideraciones sobre los efectos de los seres humanos, ya sea directamente en la Pregunta, en la Acción o en la Reflexión (ver también la próxima sección de este capítulo y el capítulo 4).

Por lo general, como les indicamos al inicio de esta sección, muy pocas indagaciones abarcarán un solo tema de la lista de arriba. Aunque la indagación tenga un solo tema focal, es muy probable que abarque otros. Analicemos la indagación “Puntos de Vista” (capítulo 3). El tema central es IA (¡obvio!). Sin embargo, los puntos de partida que sugerimos para la Reflexión involucran también los temas IBa, IBb, IBc, ICc, IDd, IIIE y IV. Y con un poco de esfuerzo adicional, la Reflexión podría entrar en muchos temas más, tales como IB3 y 4, IC1 y 2 y IIIA, B y C. La indagación de las lombrices (capítulo 3) parece enfocarse en el tema IB1 pero en una u otra parte del Ciclo de Indagación también abarca los temas IA, IB2 - 5, IC3, ID3, IIC, IIIE y por supuesto el IV. Finalmente, la indagación de las dietas de las hormigas (capítulo 2) habla principalmente del tema IC3 pero también incluye aspectos de los temas IB2 y 3, IIA1 - 4, IID, IIIA y como siempre IV, al menos en la Reflexión. Como puede ver, los cruces posibles serán diversos de acuerdo a la motivación de los alumnos y sus guías, aunque siempre resulta útil focalizar los temas centrales a la hora de reflexionar. En el capítulo 4 seguiremos con la idea de que una misma indagación toca mucho más que un solo tema pero allí hablaremos de temas de otras materias, no sólo los de ecología.

#### **EJERCICIO 4** Los temas ecológicos en su patio escolar I.

Ahora repita la caminata por el patio de su escuela. Lleve una hoja de papel en la que ha trazado una tabla de dos columnas, la primera siendo una lista ordenada de los recursos que anotó durante el ejercicio 3, y lleva otra hoja con la lista completa de los temas de ecología (Tabla 9). Llene la segunda columna con los temas ecológicos que pueden relacionarse con cada recurso ya anotado (ver el formato abajo). ¡No se desanime si su lista es corta! A medida que usted y sus pequeños co-investigadores vayan explorando y conociendo mejor el patio, identificarán cada vez más recursos y sin duda más oportunidades para explorar los temas ecológicos mediante nuevas indagaciones.

**Tabla 9. Formato sugerido para relacionar los recursos del patio de su escuela con los temas ecológicos.**

<b>RECURSO (de la lista que armó en el ejercicio 3)</b>	<b>TEMAS acerca de los cuales se podrían desarrollar indagaciones (use códigos, por ejemplo IIA3)</b>

#### **EJERCICIO 5** Los temas ecológicos en el patio escolar II.

Ahora repita el recorrido del Ejercicio 4 pero al revés. Empiece por seleccionar tres temas particulares del numeral romano “I” en la sección anterior (por ejemplo, IB1, IB4, IC2) que le interesan más, tres temas de “II” y tres temas de “III”. Vuelva a recorrer el patio, esta vez buscando un recurso u otro fenómeno que pertenece a cada uno de los 9 temas. Recuerde que un mismo recurso o fenómeno puede fácilmente pertenecer o conducir a más de un solo tema. No es todo: para cada caso, (a) plantee y escriba la inquietud, curiosidad o marco conceptual de una indagación que se podría hacer sobre ese fenómeno y enfocado en el tema y (b) formule una Pregunta derivada de la inquietud y que cumpla con las cuatro pautas. Utilice un formato como el que ilustramos a continuación, para resumir sus resultados (tabla 10).

**Tabla 10. Formato sugerido para relacionar temas ecológicos con elementos o fenómenos del patio de su escuela.**

TEMA GRANDE	TEMA PARTICULAR	FENÓMENO EN MI PATIO DE ESCUELA	IDEA O INQUIETUD	PREGUNTA
I. El ser vivo en su entorno: la variación en el espacio y el tiempo				
II. Interacciones entre seres vivos de distintos tipos				
III. Patrones y procesos a escala del parche o paisaje como un todo				

## LAS CIENCIAS SOCIALES Y EL CICLO DE INDAGACIÓN

Las ciencias sociales incluyen una gran diversidad de disciplinas formales que en la vida real están muy ligadas entre sí, incluyendo la geografía, la historia, la economía, la agricultura (las ciencias agropecuarias), la sociología, la psicología y la antropología. Aunque una indagación esté centrada en un tema de ecología (sección anterior de este capítulo) el tercer paso de Reflexión puede dirigirse hacia esos acercamientos. Ejemplos que ya conoce incluyen la indagación “Puntos de Vista”, que abarca la geografía, historia, antropología y agricultura entre otros campos, y la indagación sobre las lombrices donde la Reflexión lleva a especulaciones sobre la agricultura.

Pero el término “*ciencias sociales*” señala que este diverso campo en sí está abierto a la investigación por medio del mismo método científico, el Ciclo de Indagación. A usted y sus estudiantes les será fácil desarrollar indagaciones cuyo tema central pertenece a una u otra ciencia social. El ámbito espacial puede ser el mismo patio de la escuela más el interior de la construcción misma o puede ser el vecindario, barrio o comunidad en donde la escuela se encuentra. Los temas pueden ser las construcciones y sus historias, los estudiantes y sus ascendientes, el uso de la tierra, las reglas de tránsito, el conocimiento y las perspectivas de las distintas generaciones, el origen del lenguaje y mucho más. *La única regla es que no se desvíen de las cuatro pautas para la Pregunta o del resto de los criterios del Ciclo de Indagación* (capítulo 2). Además, puesto que estamos estudiando aspectos de los seres humanos y nosotros mismos somos seres humanos, *la precaución que queremos recalcar es que es más fácil que nunca caer en las trampas de validar las especulaciones como certezas, de imponer las preconcepciones, de decir “así es” más allá de lo permitido por el estudio y en particular (ver anexo II), de plantear Preguntas que no cumplen con la primera pauta.*

### El ámbito de la escuela y su patio

La escuela y su patio pueden ser tan ricos en ideas para indagaciones sociales como lo son para indagaciones ecológicas. En el terreno de la escuela, los salones de clase, los patios, los comedores y las salas de profesores se observa una amplia gama de interacciones sociales y otros fenómenos que permiten formular Preguntas sobre cultura, historia, antropología y más.

A la hora de plantear indagaciones en las ciencias sociales, para empezar podemos contar con los estudiantes y los maestros como actores claves. Con ellos resulta atractivo formular Preguntas cuyas comparaciones hablan, por ejemplo, de niveles de formación, áreas del conocimiento, géneros y barrios. El edificio de la escuela misma y sus muros nos brindan otros temas para indagar, por ejemplo, los materiales de construcción y su origen, el diseño de las construcciones de diferentes edades y los “grafitis” y dibujos hechos por los estudiantes en las paredes. La comida que consumen estudiantes y maestros y la basura que se produce también puede inspirar indagaciones.

Ahora bien, ¿a cuáles temas del ámbito grande de las ciencias sociales podemos acercarnos con las indagaciones de primera mano en la escuela y su patio? La lista puede ser tan larga como la que presentamos para los temas ecológicos; el límite lo señala su imaginación. Solo para poner algunos ejemplos podemos hablar de las indagaciones sobre el comportamiento de los seres humanos como la selección de compañeros de juego o estudio, la variación en los juegos o tipo de música preferidos según la edad, las relaciones familiares, la historia de las actividades humanas en distintos campos de formación o las actitudes de consumo y de producción de basura.

Lo invitamos a recorrer su escuela y hacer una lista de las oportunidades disponibles para plantear investigaciones de primera mano según el Ciclo de Indagación y las cuatro pautas para la Pregunta. Puede combinar y ajustar lo que acaba de realizar en los ejercicios 4 y 5 hasta que haya formulado unas Preguntas preliminares.

## **Más allá del terreno de la escuela: hacia el barrio o la comunidad**

Pero ¿por qué quedarnos sólo dentro de la escuela? Así como podemos desarrollar las indagaciones ecológicas en las plazas de la ciudad o en el área natural más cercano, las indagaciones sociales nos pueden llevar a recorrer zonas más allá del patio escolar. Su escuela puede ser una urbana, con un vecindario construido y poblado densamente, rodeada de calles, casas, comercio y automóviles. Por otro lado puede estar rodeada de campos de cultivo, áreas de pastoreo y unos parches de monte.

En este entorno abundan los actores y procesos para las indagaciones sociales. Llamarán la atención las relaciones y comparaciones entre los padres, hijos, abuelos, otros parientes o conocidos y las personas de distintas ocupaciones. Recursos incluyen las construcciones, plazas, bibliotecas, iglesias, capillas, veredas, calles, archivos de la municipalidad, formas de transporte, servicios sociales, comercio, mercados y tiendas, supermercados, campos de cultivos, fincas o granjas, estancias, arte rupestre, cortinas de viento, represas, lagunas, quebradas y acequias. Algunos temas que pueden explorarse usando el ciclo son el conocimiento y las perspectivas y opiniones de las distintas generaciones o géneros; otras diferencias entre géneros (las actividades cotidianas, la forma de relacionarse con otros, la forma de enfrentar problemas por ejemplo); el uso de colores; la arquitectura; la forma del uso de la tierra, por ejemplo los cultivos, el ganado, las gallinas y otros animales domésticos; las huertas; las sendas de diferentes edades e historias; las minas y canteras; las formas de transporte y los caminos; la historia del barrio o pueblo; la música; el arte; el consumo de drogas; los productos del supermercado-mercado-tienda y su procedencia (y la de los ingredientes de los platos locales), su precio, su visibilidad, su contenido neto, sus componentes, su localización en los estantes; el agua y la luz; la publicidad y más. La lista es tan larga que llenaríamos varias páginas pero ya es hora de ejercer su creatividad. Por supuesto su lista dependerá netamente de dónde queda su escuela en el continuo entre el centro de la zona urbana y la pequeña comunidad rural criolla o indígena.

Si le quedaron ganas, salga otra vez más con su papel y lápiz y haga una lista de los actores y recursos para indagaciones de primera mano en la vecindad de la escuela. Al riesgo de repetirnos demasiado, en la Tabla 11 le presentamos un ejemplo de una lista de actores y recursos para indagaciones que podrían plantearse en las zonas urbanas.

**Tabla 11. Una lista muy incompleta de los actores y recursos comunes para indagaciones urbanas centradas en las ciencias sociales.**

Escuela		Más allá de la escuela	
Actores y recursos	Temas	Actores y recursos	Temas
Los estudiantes.	Las relaciones humanas, los hábitos de consumo, la música, el baile, la televisión.	La calle: historia, reglamento de tráfico, señales de tráfico, personas en la calle.	Pautas y reglamentos para la vida en sociedad; geografía local.
Los maestros.	Acercamientos al trabajo en grupo.	Mujeres y hombres en la calle; niños y mayores en la calle.	Interacciones entre personas; género; generaciones.
Los edificios.	Diferentes diseños en las construcciones.	Distintos tipos de vehículos y otras formas de transporte.	Alternativas para llevar cosas o llegar de un lado a otro.
La comida.	La procedencia y origen de los alimentos.	Personas en distintas labores.	Alternativas para ganarse la vida.
La basura.	Diversidad de origen y tipo.	Casas, materiales de las casas.	Diversidad de viviendas.
La escritura/arte.	Diversidad de intereses humanos.	Barrios.	Diversidad de ambientes donde vive la gente; procedencias.
Los materiales de construcción.	Procedencia y transformación de la materia prima.	Personas trabajando en la calle, luz solar, género, familia.	Variaciones de actividad humana por edad, hora del día o género.

Si su escuela es rural, haga una caminata observando las actividades de las personas en las fincas, los diferentes usos del suelo en los diferentes terrenos y las prácticas agropecuarias, el lenguaje, la ropa, los utensilios de cocina y las herramientas para el cultivo, la música y los instrumentos musicales, el trazado de senderos y caminos, las basuras que aparecen en el recorrido y más. Todos estos elementos pueden sugerir inquietudes sobre cómo vivimos y lo que hacemos los seres humanos. En el capítulo 5 encontrará unas referencias bibliográficas de iniciativas de investigación en las ciencias sociales, de Venezuela, Bolivia y Brasil.

### **EJERCICIO 6 Preguntas para indagaciones sobre seres humanos**

Refiriéndose a las listas de actores, recursos e ideas que elaboró, plantee y escriba tres Preguntas sobre temas de las ciencias sociales que cumplan con las cuatro pautas y que sean capaces de encabezar indagaciones realistas en el patio de su escuela o en sus alrededores. Para una (o más) de las tres Preguntas, diseñe la indagación completa según el esquema presentado en el capítulo 2. Si una Pregunta trata de diferencias entre géneros, clases sociales o aún generaciones suele requerir más que nunca de su sentido común y su prudencia como guía para no herir la sensibilidad de

las personas involucradas, sobre todo si se trata de niños. De manera semejante, si los casos de la indagación son sus estudiantes o sus compañeros de trabajo es imprescindible ser muy sensible a sus distintos puntos de vista y susceptibilidades.

## EJEMPLOS DE INDAGACIONES EN LAS CIENCIAS SOCIALES

Ahora les presentamos algunos ejemplos de indagaciones relacionados con las ciencias sociales. Esperamos que le puedan ser útiles al planear sus propias indagaciones.

### Indagación: Variación de las actividades durante el día

**Inquietud:** A los seres vivos los afectan los cambios temporales en su entorno y algunas de sus actividades se ajustan a dichos cambios (tema I.B.4 de los temas ecológicos). Los seres humanos sentimos efectos similares. Aunque no necesariamente somos muy conscientes de ellos, es posible que los cambios diurnos del entorno resulten en preferencias por hacer ciertas actividades a ciertas horas del día y por ende en patrones claros de actividad a través de todos.

**Pregunta:** ¿Qué actividades hacen las personas observadas en la calle temprano en la mañana, al mediodía y a la tarde?

**Diseño y metodología:** Si es factible, empiece por un recorrido o “pre-muestreo” del lugar donde harán la indagación: salga a la calle con los estudiantes por un tiempo corto, registrando y clasificando las variedades de actividades observadas. Con base en este estudio preliminar, redacte hojas de datos (ver capítulo 2) a fin de que el registro sea más fácil, siempre dejando un espacio blanco en la hoja para registrar nuevas actividades no observadas antes.

Para emprender la Acción de la indagación se divide al grupo en parejas. Si la escuela está en un pueblo o ciudad, el facilitador (usted) asignará puntos de observación para cada pareja en las cercanías de la escuela, de tal manera que cada una tenga su propia ubicación. Es recomendable evitar zonas demasiado tranquilas o solitarias. Si la escuela es rural, puede ser preferible llevar a los estudiantes en un “día de campo” al pueblo más cercano donde hay más personas. Cada pareja recolectará información sobre todas las actividades que desarrollen las personas visibles desde su punto de observación. Un miembro del equipo observa y el otro miembro registra las observaciones en la hoja.

Se repite la actividad tres veces: a la primera hora del día escolar, a la hora justo antes o después del almuerzo y durante o después de la hora final de clases. El período de observación por cada horario (la unidad estándar) puede ser de 10 minutos o de una hora, dependiendo de la edad y el ánimo de los estudiantes. De todas maneras es muy importante que todas las parejas empiecen y terminen sus observaciones a la misma hora.

**Unos pocos de los muchos puntos de partida para la Reflexión:** Si se han observado diferencias entre las actividades a las distintas horas del día, ¿se podrían deber a la cantidad de luz disponible, a la temperatura ambiental a esas horas, a la lluvia o a otras causas posibles del entorno físico? ¿Es posible que nuestra presencia, observando a las personas y registrando datos, podría haber influido en sus actividades y por ende introducido sesgos en los resultados? ¿La clasificación de actividades que planteamos era adecuada, y si no lo era cómo sería una clasificación más justa? Por lo general ¿cómo podría afectar la cantidad de luz que hay disponible, en las actividades que realizamos? ¿Podrían existir actividades propias de las horas más calurosas del día? Las actividades de unas personas ¿podrían depender del horario de las actividades de otras personas y por ende sólo indirectamen-

te del ciclo diurno de luz y temperatura? ¿Cuáles personas serían? ¿Qué podríamos esperar de los resultados de esta indagación si se realizara en una ciudad de alta montaña (fría) y una ciudad costera tropical (caliente)? Y ¿qué si la hiciéramos en el campo o en un pueblo sin luz eléctrica y en uno con electricidad? ¿Qué indagación podríamos diseñar para comprobar las diferencias observadas entre las actividades de hombres y mujeres?

## Indagación: Reglas para vivir en sociedad

**Inquietud:** Las reglas de tránsito son el ejemplo de un conjunto de compromisos que nos ayudan a vivir en sociedad, especialmente en ciudades grandes con mucha gente y muchos autos. Aunque existen estas reglas, sabemos que no todas las personas las cumplen. Existen muchas motivaciones para cumplir o ignorar las reglas que nos facilitan la vida en común. Es posible que las personas de una edad o un género estén más motivadas para cumplir con las reglas que están las de otra edad u otro género. También es probable que el entorno particular, por ejemplo la presencia o ausencia de las autoridades, incida en la tendencia de cumplir o no con las reglas.

**Pregunta:** ¿Cuántas mujeres y cuántos hombres cumplen y no cumplen con las reglas de tránsito, en las cercanías de la estación de policía (el puesto policial) y lejos de ella? [Aviso: Usted ve que el caso es una persona y que hay dos ejes de comparación: personas femeninas y masculinas, y personas cerca y lejos del puesto policial. ¿Qué se mide por cada persona, sea hombre o mujer, cerca o lejos del puesto policial? ¡Correcto! ¡Si cumple o no cumple con las reglas de tránsito!]

**Diseño y metodología:** Antes de emprender la indagación propiamente dicha, haga una visita a la entidad de la municipalidad que establece las reglas de tránsito de bicicletas y autos (por ejemplo, la sección de administración del Departamento de Tránsito). Consiga una lista sencilla de los reglamentos, y hable con las autoridades para aclararlos. Defina cuál será el conjunto manejable de reglas que se van a tener en cuenta durante la indagación. Arme hojas de datos con base en ellas.

Los observadores se organizan en 2 – 8 grupos dependiendo del número de estudiantes en la clase. Si son pocos, un grupo se ubica en la esquina delante de la estación de policía y el otro en una esquina a 4 cuerdas de la misma. Si el número de estudiantes es suficiente, cuatro grupos se ubican en las cuatro esquinas frente a la estación de policía y cuatro grupos se ubican en esquinas a 4 cuadros, en las cuatro direcciones cardinales de la estación. En todo caso, es muy importante que todas las esquinas estudiadas tengan reglamentación de tránsito similar, independientemente de su cercanía o lejanía al puesto de policía.

Antes de que el grupo empiece a registrar observaciones puede dibujarse un mapa de su intersección, indicando la ubicación de las señales de tránsito. Un miembro del grupo registra las observaciones que los demás están haciendo. Los miembros observadores vigilan las bicicletas y autos que pasan durante una hora en la mañana y una hora en la tarde [por supuesto esto puede ajustarse según las circunstancias particulares]. Para cada bicicleta o auto, se registra el género de la persona y si cumple o no con los reglamentos durante el tiempo observado. Si no cumple, también se registra la infracción cometida. Al final del día los grupos se reúnen a ordenar y analizar sus resultados.

**Unos pocos de los muchos puntos de partida para la Reflexión:** ¿Hasta qué punto varió la frecuencia del cumplimiento de las reglas de tránsito de acuerdo con la cercanía de una estación de policía? ¿Por qué podría haber sucedido así? ¿Hasta qué punto varió el cumplimiento de las reglas entre las diferentes esquinas que están lejos de la estación de policía? ¿Por qué podría haber sido así? ¿Hasta qué punto varió el cumplimiento de las reglas entre las diferentes esquinas que están cerca de la estación de policía, o entre las diferentes estaciones de policía? ¿Quiénes cumplieron más las reglas de tránsito, hombres o mujeres? ¿Varió la magnitud de esta diferencia entre las esquinas cerca y las lejos de la estación de policía? ¿Quiénes cumplieron más las reglas de tránsito, ciclistas o conductores de autos? ¿Qué otros factores distintos a la proximidad de una estación de policía, podrían explicar las diferen-

cias en el cumplimiento de las reglas de tránsito entre ciclistas, conductores, hombres o mujeres? Si los resultados no son muy claros, o también en caso de que lo sean, ¿sería este el mejor diseño para la indagación? ¿Se podrían esperar resultados similares si se repitiera el ejercicio un domingo? ¿Piensan que los eventos en las esquinas seleccionadas son típicos de lo que sucedería a través de su ciudad o pueblo como un todo? ¿Cuáles medidas podrían tomar las autoridades, a fin de que la gente cumpliera mejor con las reglas de tránsito no sólo cerca sino también lejos de la estación de policía?

## Indagación: Plantas útiles de nuestra localidad

**Razonamiento:** El conocimiento de las plantas útiles y de sus variados usos es un componente fundamental de la cultura en zonas rurales y hasta en barrios de las grandes ciudades. Unas observaciones:

- A lo largo de los siglos, las comunidades indígenas ya han realizado miles de indagaciones propias sobre las plantas de su localidad hasta desarrollar una variedad asombrosa de usos para ellas y por supuesto una nomenclatura especial. Sin embargo, debido a sus actividades cotidianas distintas, a menudo las mujeres y los hombres de una misma comunidad o familia conocen usos distintos para una misma planta y a veces también le dan nombres diferentes.
- Los mestizos (criollos) que llegaron al mismo paisaje hace varias generaciones atrás podrían haber hecho sus indagaciones propias sobre las plantas y así haber desarrollado sus propios conocimientos de usos, o los podrían haber aprendido de los indígenas. Asimismo podrían haber inventado nombres en castellano, pero también les podrían haber puesto a las plantas locales, nombres de plantas distintas que conocieron en sus paisajes o países originarios.
- Ni el indígena ni el mestizo nació sabiendo sobre las plantas y sus usos. Es generalmente aceptado que el conocimiento sobre las plantas locales se acumula poco a poco, a partir de la propia experiencia y el conocimiento que le transmiten sus mayores.
- Hoy en día, por una gran variedad de causas se está perdiendo ese conocimiento sobre las plantas y sus usos, tanto como el resto de la cultura indígena y campesina.

De estas observaciones y procesos resultan la Pregunta, y las Preguntas alternativas, de esta indagación. Nosotros y muchos más creemos que estas Preguntas sobre el conocimiento de plantas, al alcance de los pequeños de tercero o cuarto año escolar, son imprescindibles en muchos sentidos, tanto pedagógicos y didácticos como culturales. Una simple indagación y su seguimiento nos brindan varias maneras de empezar a rescatar la cultura y el lenguaje, valorar a los abuelos y las costumbres ancestrales e integrar el aprendizaje de muchos elementos del entorno local.

**Pregunta:** ¿Cómo varía el conocimiento sobre las plantas útiles locales, los nombres y los usos que les dan, entre nuestras mamás y nuestros papás? [alternativamente entre los abuelos, los padres y los jóvenes de unos 20-24 años; o, entre los mestizos y los indígenas del lugar; o, entre los colonos recién llegados y los hijos de los primeros colonos]

**Metodología:** Delimite un sendero que empieza en la puerta de la escuela, pasa por las variadas zonas más “descuidadas” del patio y continúa por las zonas verdes de los alrededores hasta el monte o rastrojo si existe. En cualquier caso el sendero debe pasar por una variedad de plantas no cultivadas, es decir “plantas locales”. [Nota: las plantas locales no se restringen a las nativas sino también incluyen todas las plantas no cultivadas, tanto las nativas como las malezas (yuyos) exóticas.] Reúna voluntarios de la comunidad, de cada una de las categorías que se están comparando, por ejemplo padres, abuelos o hermanos mayores según la Pregunta particular. Una por una, es decir por separado, cada persona reclutada (¡el caso!) va acompañado por un grupo de 3 ó 4 estudiantes y recorre el sendero completo. Cuando la persona reconoce una planta, los estudiantes registran el nombre y los usos que le da a la planta.

Durante sus recorridos los estudiantes pueden recolectar cuidadosamente una muestra de cada tipo de

planta, por ejemplo una rama representativa con hojas, flores y/o frutos si la planta es grande y/o es escasa, o un ejemplar completo si es pequeña y abundante, a fin de preservar estos especímenes y armar un herbario de la comunidad. El herbario será de gran utilidad no sólo para futuras indagaciones sino también para presentar la experiencia ante la comunidad.

Al terminar el estudio completo, los resultados de los recorridos se redactan con la ayuda de tablas, figuras y dibujos.

**Puntos de partida para la Reflexión:** Hay de todo, según la naturaleza precisa de la Pregunta planteada. Le toca a usted exprimir todo el jugo que sea posible de esta indagación, un proceso que podría durar varios días o hasta semanas, y aprovecharla para generar otras indagaciones significativas. No se olvide de la riqueza de temas de la historia, la geografía, la lengua, la antropología y otros campos de las ciencias sociales que surgen sólo por considerar los nombres que las personas dan a las plantas... ni mencionar la riqueza de temas en los demás aspectos de los resultados.

## Indagación: Los iconos de la nacionalidad

**Inquietud:** La nacionalidad es algo que todos los seres humanos recibimos del país donde nacemos. Más allá del formalismo legal, existen elementos de la cultura de cada lugar que nos hacen sentir como propios de un país. Esta indagación está diseñada para averiguar qué cosa hace sentir a las personas como pertenecientes a un país y si estos elementos varían con la edad (o barrio, o descendencia o género) de las personas.

**Pregunta:** ¿Cómo varían los elementos con los que más se identifican como ciudadanos de este país, las personas de distintas generaciones (los abuelos, padres y adolescentes)? o, ¿las personas de distintos barrios? o, ¿las de distintas descendencias? o, ¿las de los dos géneros?

**Metodología:** Durante las clases los estudiantes se plantean y escriben una lista de unos 10 – 12 elementos culturales tales como alimentos, bebidas, deportes, tipos de música o bailes (ver el ejemplo de la tabla 12). Cada estudiante hace varias copias de la lista y, fuera de la hora de clases, entrevista a 1 persona, o más, de cada categoría de la comparación. Le pide al entrevistado que dé un puntaje de 5 al elemento con que más se identifica, un puntaje de 4 al elemento en segundo lugar de importancia para él, y así sucesivamente hasta 1, para un elemento que tenga poca importancia. Los elementos de menor importancia todavía quedan con 0. [Si los alumnos son menores de edad pueden simplemente preguntarle al entrevistado, ¿cuáles son los 3 elementos con que más se identifica? sin ordenarlos en rangos.] Los resultados de las encuestas se presentan en clase y se discuten y resumen entre todos, con la ayuda de cuadros, figuras, dibujos y operaciones aritméticas sencillas como corresponda.

**Tabla 12. Ejemplo de encuesta usada por estudiantes de quinto grado de básica en una escuela de Uruguay\***

EDAD _____ [alternativamente, BARRIO, DESCENDENCIA o GÉNERO]		
¿Con qué se identifica como uruguayo? Al elemento con que más se identifica darle un rango de 5, al segundo 4 etc. hasta el quinto (1). No le dar puntajes a los elementos menos importantes todavía.		
Mate	Dulce de leche	Murga
Asado	Tango	Otro
Tortas fritas	Candombe	
Bizcochos	Truco	

\*estudiantes de la maestra Silvia Rivero, escuela No. 286 de Montevideo

**Puntos de partida para la Reflexión:** Otra vez hay de todo, de acuerdo con la naturaleza precisa de la Pregunta. De nuevo le toca a usted expresar el máximo volumen de jugo del trabajo, que sin dudas llevará a otros. Note la diversidad de reflexiones que podrían tocar temas de la geografía, la historia, la lengua y el lenguaje y más. Le damos una sola sugerencia de un punto de partida: ¿acaso las diferencias observadas se repetirían de un lugar a otro del mismo país?

Ahora esperamos que usted se dé cuenta de que el alcance general del Ciclo de Indagación y su aplicación al entorno escolar no se restringe a la ecología como parte de las ciencias naturales sino también puede incluir toda la gama de temas de las ciencias sociales. Los elementos fundamentales (las cuatro pautas para la Pregunta y la secuencia detallada de los tres pasos del Ciclo de Indagación incluyendo los elementos del diseño de la Acción) no cambian, sólo el tema.

Según la filosofía y aproximación presentadas en la introducción y el capítulo 1 de este texto, seguimos recalcando la segunda “E” de la EEPE, o sea la enseñanza de *ecología* en el patio de la escuela. Sin embargo queremos proponer también que el uso del Ciclo de Indagación en el ámbito de la educación formal puede ir más allá de las ciencias ecológicas y las sociales. ¿Piensa usted que sería posible realizar una indagación sobre otra ciencia natural en el patio de la escuela, por ejemplo la física, usando tales “equipos sofisticados” como las ramas de árboles y las enredaderas, o las pequeñas pendientes y un balde de agua? Por otro lado le proponemos el desafío de pensar en una indagación completa según una Pregunta que cumpla bien con todas las pautas, sobre los instrumentos musicales, otra sobre los cuadros y esculturas u otras obras de arte, otra sobre las obras de teatro, otra sobre las danzas y otra más sobre las obras de la literatura. De hecho el acercamiento de realizar análisis comparativos de dos o más novelas, obras de teatro, poemas o las obras completas de dos autores ya tiene una larga historia.

En el próximo capítulo tomamos otra ruta. En vez de aplicar la filosofía y práctica del Ciclo de Indagación a los otros campos de estudio, planteando Preguntas según sus temas, vamos a discutir las maneras de incluir aquellas otras materias del contenido curricular formal en una sola indagación aunque su tema central sea de la ecología (o de una ciencia social). Sin embargo, queremos concluir el presente capítulo recordándole que casi todos los elementos del entorno local, desde las lombrices terrestres o musgos hasta los edificios y los instrumentos musicales, pueden investigarse por medio del Ciclo de Indagación.



## LA EEPE Y EL CICLO DE INDAGACIÓN COMO HERRAMIENTAS PEDAGÓGICO- DIDÁCTICAS PARA LA ESCUELA

A lo largo de los tres primeros capítulos hemos descrito con detalle el Ciclo de Indagación como una herramienta fundamental para construir conocimiento y fomentar el pensamiento creativo y crítico. Hemos bosquejado los temas ecológicos y sugerido algunos de las ciencias sociales en los que se puede usar. En este capítulo discutimos cómo este método científico puede ser usado por las maestras y maestros de América Latina como una herramienta para enfrentar uno de los retos principales en la educación de hoy: la integración curricular en cuanto a la aproximación pedagógica, los contenidos temáticos y la manera de planearlos, al igual que las estrategias didácticas.

Partimos por reconocer que el uso del Ciclo de Indagación puede exigir una inversión de energía y esfuerzo, en la medida en que representa un cambio del esquema clásico con el que muchos maestros y maestras han enseñado y en el cual los estudiantes han aprendido pasivamente. Unos docentes tendrán que atreverse a salir del aula para usar el patio de la escuela y su contexto local como laboratorio viviente. Pero también queremos resaltar que, como vimos, la aplicación del Ciclo de Indagación puede darse sin necesidad de invertir esfuerzo o dinero en adquirir materiales didácticos o costosos equipos ajenos a la realidad local. Además, la aceptación y la apropiación de “la indagación de primera mano” por parte de los estudiantes son muy alentadoras, al igual que los resultados concretos en su aprendizaje, conocimiento y pensamiento crítico.

Basándonos en los logros obtenidos en gran cantidad de escuelas de América Latina donde se está aplicando el Ciclo de Indagación, podemos afirmar que la experiencia de primera mano permite integrar casi todos los temas de la educación formal. Por un lado, ya se mostró (capítulo 3) que podemos hacer indagaciones no sólo sobre las plantas y los animales que nos rodean (ciencias naturales) sino también sobre nuestra historia y forma de vida, nuestro modo de relacionarnos unos con otros y con

el territorio y los recursos que allí se encuentran (ciencias sociales). Esto quiere decir que podemos decidir sobre el enfoque temático principal en el que se van a centrar las indagaciones. Por otro lado, en el proceso de hacer observaciones, registrar y analizar datos, reflexionar cuidadosa y creativamente sobre los resultados (separando bien “lo que podría ser” de “lo que es”, anexo II) y presentarlos ante los demás, recurrimos a temas y habilidades adquiridos en otras áreas temáticas y curriculares. El lenguaje, la matemática y las artes plásticas, por ejemplo, son herramientas esenciales.

En la primera parte de este capítulo presentaremos los fundamentos de la EEPE, la propuesta pedagógico-didáctica basada en el Ciclo de Indagación, incluyendo la ética en todos los pasos de una investigación. En la segunda, después de sugerir estrategias de cómo adaptar las indagaciones según la edad y nivel educativo del estudiante, describiremos diferentes clases de indagaciones según la intervención del “facilitador” (usted). Luego veremos cómo varias indagaciones pueden vincularse entre sí para el desarrollo de proyectos o programas. De ahí llegamos a un tema imprescindible en la práctica cotidiana de la EEPE: su integración en el contenido curricular. Distinguiremos entre aquellas indagaciones en las que se da una integración implícita de los contenidos y habilidades de otras áreas curriculares, lo que ha sido el caso de los ejemplos de indagaciones hasta este punto, y las indagaciones en las que hay una integración explícita con otras áreas a partir del momento de empezar a diseñar la indagación. Le presentaremos un esquema para poder incluir, en una sola indagación de la ecología del patio de la escuela cuyo paso de Acción no dure más de una media hora, las destrezas, habilidades y competencias que los contenidos curriculares precisan para una variedad de materias. Por último, al reconocer que la implementación de todos los componentes de la EEPE puede ser una tarea desafiante para un maestro solo, le sugeriremos algunas formas de conseguir respaldo y colaboración de otras personas.

## FUNDAMENTOS DE LA PROPUESTA PEDAGÓGICO-DIDÁCTICA

En la Introducción de esta publicación planteamos que el objetivo principal de esta propuesta pedagógico-didáctica es proveer a los niños y niñas de América Latina de una herramienta poderosa (el Ciclo de Indagación) para que, a largo plazo, puedan obtener y analizar información que les sirva para reflexionar y decidir objetiva y críticamente sobre su entorno y su comunidad. Como cualquier otra herramienta, el Ciclo de Indagación puede usarse correcta o incorrectamente. Aquí planteamos unos fundamentos filosóficos que esperamos les ayuden, a ustedes los educadores y a los futuros tomadores de decisiones, a hacer un uso apropiado del mismo.

### La ética en la investigación

Cuando pequeños, nuestra curiosidad innata nos llevó con frecuencia a querer abrir cualquier recipiente cerrado para ver qué hay en su interior, o a desarmar juguetes y relojes con la intención de encontrar aquello que hace posible que se muevan. Muchos de nosotros no resistimos la tentación de arrancarle los pétalos a una flor o incluso a abrir una lombriz terrestre para ver cómo es por dentro. Si de niños no alcanzábamos a entender y reflexionar sobre las consecuencias de esos actos, de adultos tenemos la responsabilidad de tomar en cuenta las implicancias de nuestras acciones y señalárselas a los niños de hoy.

Tanto si estamos indagando sobre nuestro entorno natural o sobre nuestra comunidad humana, nuestra acción involucra a otros y tiene efectos sobre ellos. En muchos casos la indagación lleva a la manipulación de las plantas o animales que estudiamos o a la modificación de los ambientes donde viven. Casi siempre esta manipulación tiene consecuencias, mayores o menores, para ellos. Nos toca pensar en los “puntos de vista” de los seres que estamos manipulando (REFERENCIA CRUZADA capítulo 3). Lo que para

nosotros significa “cómodo, bien comido y calentito” para un animal enjaulado o enfrascado puede ser una tortura, aunque no grite ni se exprese como nosotros y, por tanto, no sepamos interpretarlo.

El proceso de indagar no sólo puede afectar el bienestar de las lombrices, hormigas, mariposas y plantas. Por ejemplo, aquellas indagaciones sociales basadas en encuestas o entrevistas requieren que las personas nos dediquen tiempo, alejándose de sus actividades cotidianas para compartir con nosotros sus opiniones, conocimientos, experiencias e información sobre el tema que estamos indagando. Es necesario, por lo tanto, que preparemos cuidadosamente la encuesta o entrevista, pues de lo contrario podría incidir en las emociones y la autoestima de las personas, incluso provocando que se pongan molestas, avergonzadas, tristes o enojadas.

En cualquiera de los dos casos, las indagaciones ecológicas o las sociales, debemos ser conscientes de que nuestra acción puede tener consecuencias sobre los seres vivos involucrados. Por eso debemos reflexionar si la respuesta o el objetivo que se espera (por lo general el aprendizaje de los estudiantes) justifica las perturbaciones que tendremos sobre los otros involucrados. Por ejemplo, si estamos estudiando las aves que nidifican en diferentes tipos de árboles ¿se justifica hacer el estudio si tenemos que trepar los árboles para bajar los nidos porque desde el suelo no alcanzamos a observarlos bien? ¿Se justifica recolectar los huevos para saber qué aves habrían nacido de ellos? ¿Vale la pena interrumpir la tranquilidad de los pichones para conocer un poquito más sobre ellos? Tal vez sería menos perturbador construir un aparato sencillo que consista en un espejo cóncavo del carro (auto) montado en una vara larga, para observar los nidos y sus pequeños habitantes sin molestarlos tanto.

Es entonces la responsabilidad de quién investiga o guía una indagación, llevar a cabo una reflexión previa para analizar las consecuencias de la investigación. Si el mismo conocimiento puede ser aprendido produciendo menos o ningún daño, la persona que considera la ética como parte de un aprendizaje integral elegirá esta alternativa. Cuando determinados trabajos involucran el sufrimiento o sacrificio de otros seres, se puede decidir no hacerlo o esforzarse por reemplazarlo. Lo que queremos decir es que hacer investigación éticamente no significa *no tocar las plantas y animales o no interactuar con otras personas, sino aprender a minimizar el impacto lo más posible sin sacrificar el aprendizaje*. El desafío será entonces, buscar el balance entre los “costos” para los seres vivos involucrados en la indagación y los “beneficios” de lo aprendido a partir de la misma, es decir ***pensar antes de hacer***.

Es posible que usted piense que todo lo que hemos planteado aquí está muy bien, pero se haga la pregunta “¿cómo puedo transmitir valores éticos a mis estudiantes?” En primer lugar, las acciones del maestro o maestra dentro y fuera del salón de clase son un vehículo para transmitir valores éticos de la investigación. Nunca olvide que en muchos casos los niños pasan de la admiración a sus padres a la idolatría por sus docentes, observándolos “desde abajo” minuciosamente en todos sus actos y actitudes. Su ejemplo como facilitador o guía será mucho más fuerte que cualquier mandato u orden emitida (ver abajo).

En segundo lugar, la discusión abierta entre los mismos estudiantes es un elemento imprescindible del desarrollo autónomo de la ética. Por ejemplo, durante la Reflexión después de una indagación sobre bichos, usted puede plantearles la pregunta inocente “¿Qué creen ustedes, lo que hicimos podría haber herido o molestado a los bichos o perturbado el entorno en que vivían?” A partir de esta pregunta inicial puede fomentar la discusión de las posibles consecuencias de la manipulación que justo concluyeron, alternativas que se podrían haber empleado para contestar la Pregunta con menos efectos perjudiciales, la meta general de alcanzar el balance entre el aprendizaje y el efecto sobre lo indagado, la ética del trato de animales en los ámbitos más amplios y otros muchos puntos de discusión. En las siguientes indagaciones los estudiantes discutirían explícitamente la ética del estudio no sólo durante la Reflexión sino también antes de la primera toma de datos, “pre-reflexionando” sobre el diseño (en particular la metodología) hasta que sientan satisfechos de que se haya alcanzado aquel balance entre el aprendizaje que ganarán de la indagación y el efecto sobre lo que están para indagar. El “pensar antes de hacer” aplica tanto a los investigadores de 6 años como a los de 60. De hecho

suele suceder que los primeros lo realizan mejor que los segundos, siempre y cuando usted su docente les dé el espacio para discutir y desarrollar su propia ética.

En este punto cabe volver a recalcar la filosofía fundamental de la EEPE acerca del desarrollo de actitudes: NO IMPONER. Aunque el diálogo entre los pequeños incide en el desarrollo de la ética de cada uno, la ética es de cada uno. Su papel como guía es facilitar aquel diálogo y sugerir unos puntos de partida. No es imponer criterios ajenos, ni siquiera los suyos como facilitador. Los mandatos “debes respetar los derechos del animalito, no dejes que muera tal bicho, debes regar esta planta, no tires la basura, debes cuidar la ecología, debes pensar como yo” no tienen validez y de hecho pueden resultar contraproducentes. En cambio, ya hemos visto numerosos casos de niños y niñas que han desarrollado autónomamente una ética espectacular con base en sus experiencias de primera mano durante las indagaciones y la reflexión espontánea después. En fin, *no es ético imponer la ética* pero sí es ético fomentar su discusión, con base en las experiencias de primera mano.

De hecho los niños suelen ser muy sensibles a las cuestiones éticas sin conocer la palabra. Para un niño de seis años ocupado en descubrir su entorno, el impacto de ver morir un puñado de bichos en un frasco o balde puede ser equivalente a ver caer un bosque milenario para un adulto. La semilla de la ética se cultiva naturalmente desde la primera infancia. Si guiamos suavemente a los estudiantes sentirán respeto por las necesidades de humedad de una lombriz de tierra expuesta al sol y probablemente, ya un poco mayores, entenderán los puntos de vista y las necesidades de otros animales y personas. A medida que crezcan, tomar el punto de vista de otro ser o conjunto de seres y pensar en sus necesidades será parte del patrimonio adquirido en esas experiencias iniciales de aprendizaje de primera mano.

Por otro lado, la ética involucra no sólo la manera en que tratamos con los seres humanos y otros seres vivos sobre los que estamos indagando sino también la manera en que tratamos con el diseño y los resultados del paso de la Acción. Ya hablamos de este punto en el capítulo 2, pero es tan importante que merece otra mención bajo el tema global de la ética. Si la Pregunta es ¿cómo varía la tendencia política entre los carpinteros y los albañiles de Costa Rica? y entrevistamos a un solo carpintero y un solo albañil, la indagación no es una prueba justa de la Pregunta porque solamente conocemos la opinión de una persona dedicada a cada oficio. Peor todavía, si encontramos que el carpintero entrevistado es liberal y el albañil es conservador y en la reflexión concluimos que “*los carpinteros costarricenses son liberales y los albañiles costarricenses son conservadores*”, hemos cometido un serio error, una injusticia grave que podría tener notorias consecuencias sociales. Con respecto a esto, la ética consiste en diseñar la Acción de tal forma que sea una prueba justa de la Pregunta. Así, al concluir la Acción y emprender la Reflexión podremos distinguir cuidadosamente entre *lo que es* (los datos que obtuvimos según el diseño empleado) y *lo que podría ser* (nuestras extrapolaciones, especulaciones, generalizaciones y propuestas, ver anexo II).

Lamentablemente los adultos tendemos a querer hacer aseveraciones tan extremas como la de los albañiles conservadores y los carpinteros liberales; hablar de lo que podría ser (generalizaciones con base en unos pocos datos de una investigación muy limitada en el espacio y el tiempo) como si fuera lo cierto, lo verdadero, lo que *nosotros* descubrimos, es decir lo que es aunque realmente lo que es terminó con los pocos datos. También queremos, consciente o inconscientemente, reafirmar nuestras ideas preconcebidas, lo que nos lleva a ignorar o esconder los hallazgos que no las apoyan. Si vamos a ser investigadores éticos, debemos resistir estas dos tentaciones universales. Es más fácil aprender de pequeños que de adultos lo incorrecto de excluir el dato “no previsto” que contradice nuestras ideas preconcebidas o excluir todos los datos si el patrón o falta de patrón entre ellos deja de concordar con nuestras esperanzas. Nosotros, los adultos, debemos hacer el esfuerzo consciente de reflexionar sobre este punto. ¡Seamos fieles a los resultados de la indagación! En vez de borrar los resultados que no “queremos”, siempre será mucho más útil preguntarnos acerca de las posibles causas que llevaron a que esos datos “raros” hayan sido tal o cual. De este modo, no sólo seremos éticos sino que también aprenderemos más aún de nuestra indagación.

Para terminar esta sección, reflexionando sobre tantas estrategias didácticas que se repiten desde hace años como las únicas alternativas de aprender las ciencias naturales, le ofrecemos el siguiente relato. Una compañera estaba preocupada por un perro flaco y sarnoso, pero como la gente del lugar era muy pobre y a su vez no tenían a sus propios hijos en un estado óptimo ella sólo comentó, con la intención de que nadie se sintiera mal “es costumbre que estén así”, a lo que un señor del lugar, que la venía observando y parecía muy sensible, respondió:

“No todo lo que es costumbre es bueno.”

## **El equipo de trabajo en el “aprender descubriendo”**

Proponemos otro contexto en el que “no todo lo que es costumbre es bueno.” En la enseñanza tradicional el docente utilizaba principalmente el método expositivo. Sus estudiantes eran receptores pasivos de esta información y de aquella que encuentra en los textos. A lo largo de los años escolares nos acostumbramos a que nuestro maestro o maestra nos indicara cuáles eran las ideas “buenas” y las “malas”, cuáles de nuestras respuestas “correctas” e “incorrectas”. Ni las reflexiones o dudas que el docente tuviera al respecto de un tema ni el punto de vista de sus estudiantes encajaban en este esquema.

En cambio, la indagación de primera mano se fundamenta en la actividad e interacción permanentes de los estudiantes y de sus educadores. Proponemos que usted y sus estudiantes, como habitantes de una localidad en particular, se embarquen en la aventura conjunta de conocer y comprender su entorno. Los docentes pueden entonces permitirse, en su papel de guías, contestar con un “no sé, pero ¿cómo podemos averiguarlo?”, acompañando el proceso de construcción conjunta del conocimiento. Los niños y niñas pueden aprender a plantear ideas y a respetar las de sus compañeros. Pueden aprender tanto a planear acciones en grupo y colaborar para llevarlas a cabo como a discutir, sustentando de forma objetiva, sus resultados y conclusiones. De esta manera usted, como facilitador de este proceso, contribuirá a la formación de niños, adolescentes y luego adultos que no sólo piensan autónoma, creativa, ética y críticamente sino que también saben trabajar conjuntamente en la búsqueda de respuestas a sus inquietudes.

## **¿Es la EEPE una propuesta pedagógica-didáctica abierta o un programa?**

El diccionario de la Real Academia de la Lengua Española define “programa” como: “proyecto ordenado de actividades” o “serie ordenada de operaciones necesarias para llevar a cabo un proyecto”. En la EEPE planteamos una propuesta pedagógico-didáctica que promueve la indagación, el “aprender descubriendo”, al combinar dos herramientas: las pautas para construir las Preguntas y el Ciclo de Indagación. Aún más, la propuesta se basa en fundamentos prácticos, científicos (capítulo 2) y filosóficos. Destaca temas en ecología, además de otros temas de las ciencias sociales (capítulo 3), sobre los cuales se puede indagar de acuerdo con las características y particularidades locales. Por lo tanto no proponemos actividades específicas y mucho menos ordenadas. Así, por ejemplo, las escuelas rurales de Noryungas (Departamento de La Paz, Bolivia) y el Colegio Malinckrodt del centro de Buenos Aires aplican las cuatro pautas para construir Preguntas y el Ciclo de Indagación, superando todas las expectativas discutidas en este texto, pero aparte de eso tienen muy poco en común.

Puesto que es no es un programa sino una propuesta pedagógico-didáctica, la EEPE no pretende implantar actitudes “deseables” en la mente del estudiante. Reiteramos firmemente que nadie tiene el derecho de imponer actitudes u opiniones sobre el medio ambiente o cualquier otro tema. Los facilitadores sí compartimos el derecho y la responsabilidad de promover los procesos de aprendizaje que lleven al desarrollo autónomo de actitudes y opiniones resultantes de la experiencia y la reflexión. Entre-

gamos las herramientas necesarias para que la comunidad escolar pueda llevar a cabo su propia construcción de conocimiento y desarrollar sus propias actitudes y opiniones.

A pesar de nuestro entusiasmo quisiéramos aclarar que no creemos que la EEPE y el Ciclo de Indagación sean las respuestas mágicas a todos los problemas didácticos y curriculares que enfrentan los educadores o a todos los problemas ambientales. Son unas herramientas más, que pueden ayudar a docentes, investigadores y a la comunidad escolar a conocer mejor su entorno y a formar futuros ciudadanos con capacidad para obtener información crítica y tomar decisiones informadas y concientes.

Para terminar esta sección sobre fundamentos queremos invitarlo a que revise la Declaración de Principios de la Propuesta Pedagógica de la EEPE (anexo I). Allí se resumen muchos de los puntos que hemos discutido aquí y se plantean unas “reglas del juego” básicas para aplicar esta propuesta.

## CLASES DE INDAGACIONES

### Cómo ajustar la indagación según la edad del estudiante

A lo largo de este texto hemos hablado reiteradamente sobre la curiosidad y el sentido común como herramientas con las que el ser humano explora y conoce el mundo donde vive, independientemente de su edad. Aunque muchos adultos afirman fácilmente que un niño pequeño es mucho más curioso que ellos, pocos están dispuestos a aceptar que los niños tienen sentido común: “eso se desarrolla con la edad”, dicen. Sin embargo, cualquier padre o madre puede contar por lo menos una anécdota sobre su pequeño hijo o hija que dio muestras de un sentido común que “parecía de adulto”. Así pues, queremos partir del planteamiento que tanto los pequeños de educación inicial como los científicos con muchos títulos universitarios indagan sobre el mundo haciendo uso de estas dos herramientas humanas.

En cualquier caso, sea un niño de cinco años o el profesor universitario, el Ciclo de Indagación puede ser su herramienta principal de generación del conocimiento. Los aspectos que van a variar según la edad serán los marcos conceptuales que use para plantear la Pregunta (siguiendo las cuatro pautas, como siempre), el diseño más o menos sofisticado (pero fiel, en cualquier caso, a las consideraciones discutidas en el capítulo 2), las herramientas y recursos que use para analizar los resultados o para presentar la indagación y la profundidad y amplitud de las reflexiones. Veamos un ejemplo (recuadro 2).

#### RECUADRO 2. Ajuste de una pregunta según la edad de los estudiantes

**Preescolar:** ¿Dónde hay más bichos bolita (también llamadas cochinillas, chanchitos de tierra, marranitas), encima o debajo de las piedras?

**Primero y segundo:** ¿Dónde hay más bichos bolita, debajo de piedras sobre suelo desnudo o piedras sobre césped? (Ahora se puede incluir la noción de conteo porque ya pueden hacerlo)

**Tercero y cuarto:** ¿Cuántos bichos bolita se encuentran debajo de las piedras en la sombra y cuántos debajo de las de igual tamaño pero a pleno sol?

**Quinto y sexto:** ¿Cuántos bichos bolita se encuentran debajo de las piedras de distintos tamaños, desde piedrecillas pequeñas hasta piedras de unos 50 cm de ancho?

**Séptimo, octavo y noveno:** ¿Cómo varía el número de bichos bolita debajo de piedras en relación a la superficie pegada al suelo? ¿Cómo cambia la naturaleza de esta relación cuantitativa entre el conjunto de piedras rodeadas por pasto y el de piedras rodeadas de suelo desnudo?

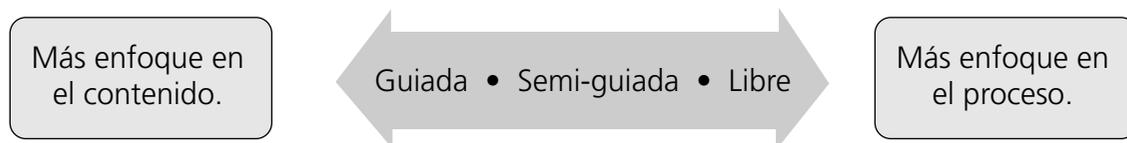
●●●  
**Últimos grados de nivel medio (bachillerato) hasta grado universitario:** ¿Cómo varía la tasa de recambio (inmigración y emigración) y la variación temporal en el número total de bichos bolita debajo de piedras en cuanto a la distancia de la piedra a sus tres piedras vecinas más cercanas?

## Tipos de indagación según la intervención del facilitador

Recuerde usted que con la indagación de primera mano aspiramos a que los niños y niñas, nuestros científicos en formación, puedan “aprender haciendo” mediante un proceso activo de plantear, construir y contestar preguntas y de analizar y reflexionar sobre las respuestas que obtienen. Aspiramos a que, con el Ciclo de Indagación como herramienta, ellos y ellas construyan nuevas ideas y conceptos. El equipo de investigadores (docentes, niños y niñas) establece un diálogo donde los primeros dejan de actuar como “expertos” o fuentes de información y los segundos olvidan su papel pasivo de receptores y “memorizadores” de esta información. Este cambio de papel de los unos y los otros no indica que los docentes no deban continuar guiando el proceso de enseñanza-aprendizaje en general. Sigue siendo su responsabilidad que todos los elementos del currículo de la educación formal sean cubiertos.

Sin embargo, a medida que los estudiantes se sienten más cómodos llevando a cabo las indagaciones de primera mano y usando el Ciclo de Indagación, su autonomía les impulsa a adquirir nuevos conocimientos de este currículo. El grado en que los docentes intervienen en el proceso de aprendizaje puede variar en concordancia. Este esquema se apoya en la pedagogía constructivista de “aprender haciendo” y reflexionando, según la cual cada niño construye su propio conocimiento a través de la acción y donde el contenido temático se adquiere en el proceso. Con esta aproximación, el maestro es un facilitador en todo sentido y no un proveedor inagotable e inequívoco de la información.

Así, sobre la base del grado de participación del co-investigador adulto, hemos definido tres tipos diferentes de indagaciones: guiada, semi-guiada y abierta. En la figura 30 ilustramos la ubicación de las tres clases de indagaciones en una escala continua que va desde un enfoque en el *contenido* del aprendizaje, hasta aquel que se concentra principalmente en el *proceso* del aprendizaje.



**Figura 30.** Tipos de indagaciones de acuerdo con la intervención del facilitador o co-investigador adulto.

### Indagación guiada

El docente provee toda la información y las indicaciones para cada una de las tres etapas del Ciclo de Indagación:

- presenta la Pregunta (que ya cumple con las cuatro pautas) y la información sobre las observaciones y marco conceptual necesarias para que los niños se interesen en contestarla;
- explica cómo van a contestar la pregunta así como la forma de resumir y presentar los resultados, es decir los nueve pasos presentados en el capítulo 2;
- plantea los puntos de la Reflexión. Es importante aclarar que ni los resultados ni los puntos de la Reflexión son fijos; la maestra o maestro debe mantenerse abierto a cualquier resultado que surja

y esta flexibilidad también le permitirá hacer ajustes en la naturaleza de la Reflexión según los acontecimientos del momento.

Muchas personas prefieren usar las indagaciones guiadas para abordar el aprendizaje de temáticas que deben ser cubiertas obligatoriamente en una programación o para iniciar el proceso de familiarización con el Ciclo de Indagación. Si usted regresa al capítulo 3 (ejercicio 3), encontrará dos ejemplos de indagaciones guiadas, *“Puntos de vista”* y *“La vida dura: lombrices y pisoteo”* más otros ejemplos de indagaciones guiadas para las ciencias sociales. En el capítulo 2, el ejemplo de los bichos de la hojarasca ejemplifica una indagación guiada y la mayoría de las otras indagaciones mencionadas podrían ser guiadas también.

### **Indagación semi-guiada**

En esta modalidad se provee a los aprendices de un tema general, por ejemplo, uno de los de ecología o ciencias sociales (capítulo 3). Los estudiantes mismos plantean su Pregunta cumpliendo con las cuatro pautas, diseñan cómo lo responderán (capítulo 2) y siguen por la Acción sin intervención de sus co – investigadores adultos. También manejan la Reflexión; sin embargo, recomendamos que el facilitador guíe la Reflexión para garantizar que se exploren todos los aspectos y los temas que se quieren desarrollar en ella.

### **Indagación libre**

En este caso los investigadores en formación no sólo llevan a cabo la construcción de la Pregunta según las cuatro pautas sino que también definen cómo se responderá y desarrollan la Acción sin la intervención del co-investigador adulto. El co investigador adulto se queda callado hasta la Reflexión, cuando interviene sólo para facilitar su desarrollo completo.

## **La secuencia: ¿desde indagaciones guiadas hasta libres?**

En las partes iniciales de este texto usted empezó a desarrollar su propia capacidad para indagar por medio de dos ejercicios: el de observar el paisaje en miniatura y plantear preguntas sobre ella (capítulo 1, ejercicio 1) y el de volver a plantear preguntas cumpliendo con las cuatro pautas (capítulo 2, ejercicio 2). Luego en el capítulo 2 aprendió a desarrollar el Ciclo de Indagación completo, todavía pensando como investigador pero a la vez tomando el punto de visto de los estudiantes. Ahora está tomando el punto de vista más docente, pensando en su grado de intervención en el proceso de indagación llevada a cabo por sus estudiantes. Consideremos cómo usted podría programar la secuencia de los cinco elementos discutidos (observar el paisaje en miniatura y plantear preguntas sobre él, plantear preguntas cumpliendo con las cuatro pautas y realizar indagaciones guiadas, semi guiadas y guiadas).

Si sus estudiantes son del cuarto o quinto grado o aún mayores, la programación podría consistir en la secuencia de los mismos cinco elementos. Primero, usted podría ajustar el ejercicio 1 (capítulo 1) según el punto de vista de los estudiantes, salir al patio, asignarle a cada equipo de 2 – 3 de niños su propio paisaje en miniatura y pedirle que plantee tres o más preguntas sobre ella. Luego de presentar y discutir las cuatro pautas, podría ajustar el ejercicio 2 (capítulo 2) y pedirle a cada equipo que recorra, observe y plantee una sola pregunta por equipo, una que cumpla bien con las cuatro pautas. Una vez que estén familiarizados con el proceso de observar, plantear preguntas y ajustarlas según las pautas, los niños y niñas pueden realizar indagaciones guiadas completas hasta que no sólo conozcan y entiendan bien la manera del Ciclo de Indagación completa sino que también hayan abordado una variedad de temas del contenido curricular. En ese punto usted puede seguir dándoles más temas pero ahora con el reto de la indagación semi guiada, relajando su “control” sobre el proceso de indagar. Finalmente pueden invertir el último lapso de tiempo en el desarrollo y la realización de indagaciones libres.

Pero una vez más, no hay ninguna receta mágica para definir la secuencia de los tipos de indagaciones. Tome en cuenta las siguientes posibilidades, entre muchas que pueden surgir dependiendo de su caso particular:

- 1) La secuencia descrita podría involucrar un ciclo escolar de varios meses, todo el año escolar o varios años escolares seguidos.
- 2) Con los niños más pequeños podría funcionar mejor empezar con indagaciones guiadas en vez de los dos primeros elementos (el paisaje en miniatura, y la práctica de preguntas según las cuatro pautas) y seguir con ellas por algún tiempo largo.
- 3) A cualquier nivel escolar, algunos docentes siguen exitosamente con las indagaciones guiadas, en particular cuando un naturalista ya capacitado en la EEPE puede ayudarles con la búsqueda de cada vez más Preguntas.
- 4) En cambio, otros docentes empiezan exitosamente con indagaciones libres (con o sin las dos prácticas iniciales) y dejan que las cuatro pautas para preguntas y los elementos del diseño de la Acción se desarrollen naturalmente en las propuestas de sus estudiantes.

### RECUADRO 3 Resumen de los tipos de indagaciones

#### Indagación Guiada

El co-investigador adulto provee a los pequeños científicos:

- La *Pregunta* ya construida (cumpliendo con las pautas).
- El contexto de la *Pregunta* (marco conceptual, historia natural etc.).
- El diseño y metodología de la *Acción*.
- Los puntos de partida y guía de la *Reflexión*.

#### Indagación Semi-guiada

El co-investigador adulto provee a los pequeños científicos con el tema de la indagación y/o las herramientas que deben usar. Debe promover o facilitar que:

- La *Pregunta* que los investigadores construyan cumpla con las 4 pautas.
- La indagación pase por el ciclo entero y guía la discusión en la etapa de *Reflexión*.

#### Indagación libre

El co-investigador adulto debe promover que:

- La *Pregunta* que los investigadores construyan cumpla con las 4 pautas
- La indagación pase por el ciclo entero y guía la discusión en la etapa de *Reflexión*.

## Clases de indagaciones según los vínculos que tienen entre sí

Uno de los aspectos que más se ha promovido en los últimos años en las políticas educativas de varios países latinoamericanos es el de generar proyectos institucionales en cada centro de educación básica. También se han planteado los proyectos de aula, de nivel o de grupos. Tanto en los proyectos institucionales como en los otros, es posible que la institución o los docentes decidan tener un énfasis temático específico. En estos casos podemos hablar de que existe un “hilo conductor” temático.

Por ejemplo, en la Escuela No. 4356 de Lesser de Salta (Argentina), se centraron en el estudio del yacón (una planta andina cultivada tradicionalmente para consumo humano y que se está explorando como forrajera) como hilo conductor temático y usaron el Ciclo de Indagación como herramienta principal.

A lo largo de dos años escolares realizaron indagaciones enfocadas en la planta (hojas comidas, número de flores y ramas según tamaño de la planta, entre otros) y sus usos. Algunas indagaciones tomaron un día de trabajo de campo, otras una semana o el año escolar entero.

También es posible que su institución o clase no tenga un “hilo conductor principal”. En este caso, es decisión del grupo de trabajo que está involucrado con el desarrollo de las indagaciones si define o no uno o varios hilos conductores. El tenerlo ofrece la ventaja de enfocar temáticamente y permite profundizar mucho sobre un tema. Por otro lado, se corre el riesgo de no aprovechar todos los recursos que ofrece el patio y que sus estudiantes después de un tiempo se “saturen” con el tema.

Una opción intermedia es definir hilos conductores para ciertos períodos del año en un solo grado o por grados escolares. Esto dependerá en gran parte de las exigencias curriculares que cada uno tenga que cubrir en su materia y en otras materias. Algunos hilos conductores que sugerimos son (ver el capítulo 3):

- las interacciones entre plantas y animales.
- la descomposición de material orgánico
- el agua
- la perturbación y sus consecuencias
- el suelo y su vida
- la biodiversidad (diversidad de formas de vida)
- los cambios en el uso del suelo en su localidad a lo largo del tiempo
- el conocimiento local sobre usos medicinales y en alimentación (humana y de animales) de diferentes plantas locales (ver el capítulo 3).

## LA INTEGRACIÓN DE LA EEPE EN EL CONTENIDO CURRICULAR

Durante muchos años los estudiantes, ya fueran de educación básica, secundaria o universitaria, han aprendido del mundo a través de la transferencia de información segmentada en compartimentos claramente delimitados. Así, la matemática, la geografía, la historia, las ciencias naturales o la lengua, eran temas que no tenían una relación entre sí. En muchos casos, la construcción de una visión integrada del mundo o de la realidad a partir de los fragmentos de conocimiento que les impartían en cada materia dependía casi exclusivamente del estudiante, quien no tenía necesariamente la aptitud o habilidad de reintegrar lo fragmentado de que la educación formal había partido.

Desde hace ya varios años, los educadores empezaron a cuestionarse si esta era la mejor forma de enseñar y aprender. Además de preguntarse sobre el papel que debe jugar el docente, se reconoció que la realidad es compleja y que la comprensión de cualquier situación particular conlleva la aplicación no sólo de conocimientos teóricos e información sino también de habilidades y destrezas que deben desarrollarse a través de la educación. A partir de estos cuestionamientos, en varios países de América Latina tales como Argentina, Colombia, Ecuador, Brasil y Venezuela las políticas educativas están promoviendo e impulsando la integración curricular como una estrategia para que los estudiantes puedan aprender y desarrollar un saber y saber hacer, tanto propios de cada área temática como de una integración de estos conocimientos y habilidades. Esta integración curricular representa un reto importante para los docentes, quienes en la actualidad no sólo deben atender el desarrollo de los contenidos, competencias, destrezas y habilidades propias de la temática que enseñan sino también buscar relacionar éstos con los de otras materias o temáticas.

Por esta característica de conducir al uso de conocimientos y experiencias de otras áreas o materias de la educación formal, el Ciclo de Indagación es una herramienta muy útil e integradora de los programas y proyectos escolares. Así, para construir y contestar cualquiera de las preguntas que nos formulemos siguiendo el Ciclo (incluyendo la Reflexión y la posterior presentación de todo) es inevitable que

nosotros y los estudiantes echemos mano de las destrezas y conocimientos que hemos adquirido en otras materias, y que incorporemos nuevas destrezas, habilidades y competencias del contenido curricular en vigencia. Es prácticamente imposible realizar y presentar una indagación completa sin incluir como mínimo unos elementos de la matemática, de varias ciencias sociales, de la lengua y de las artes plásticas. Esto puede traducirse en un “ahorro” de tiempo, ya que paralelamente al abordaje de los temas necesarios de las ciencias naturales estaremos complementando con otros. La integración se vuelve más fácil cuando es el mismo docente el que tiene las áreas a cargo y suele ser más complicado (¡pero mucho más entretenido cuando se logra!) si las áreas están a cargo de otro. Por ejemplo, si indagamos acerca de la proporción de plantas nativas y exóticas en los terrenos baldíos y recientemente construidos de los alrededores de una escuela rural, podríamos desarrollarse conceptos de proporción, analizar las raíces de los nombres de las plantas y su relación con la colonización, evaluar el modo de realizar los gráficos más convenientes, crear la forma de compartir los resultados con los vecinos en un folleto o panfleto y hasta desarrollar un espacio de arte dibujando las plantas y sus habitantes. La lista puede continuar indefinidamente y seguramente necesitará pedir ayuda a otros docentes, promoviendo el vital trabajo en equipo.

Dicho todo esto ¿necesariamente entran todas las otras materias en la Pregunta y la Acción de una indagación o aún en la Reflexión? No. Hay otros aspectos en el proceso que los estudiantes siguen al llevar a cabo una indagación completa: su *presentación* ante los compañeros, la escuela entera o la comunidad. En la práctica, la indagación completa, hasta la presentación en forma oral y escrita, puede abarcar la gama entera de materias (asignaturas). Por supuesto, esta lista (tabla 13) se modifica de acuerdo con la edad de los estudiantes.

**Tabla 13. Una síntesis de las actividades para el desarrollo del Ciclo de Indagación completo.**

Pasos del Ciclo de Indagación	Actividades generales	Actividades específicas
Construcción de la pregunta	1. Plantear la inquietud	
	2. Formular la pregunta, siguiendo las cuatro pautas.	
La acción	3. Diseñar la Acción	3.1. Detallar qué se comparará según lo especificado en la Pregunta.
		3.2. Decidir cuál será un caso de lo que se comparará.
		3.3. Decidir cómo distribuir los casos a través del ámbito que la Pregunta específica.
		3.4. Decidir cuántos casos se van a examinar.
		3.5. Detallar qué se medirá por cada caso que se va a examinar.
		3.6. Planear cómo y con qué se realizará la medición.

Pasos del Ciclo de Indagación	Actividades generales	Actividades específicas
	4. Realizar la Acción.	4.1. Recolectar y registrar la información según las decisiones tomadas en los pasos 3.1 a 3.6.
	5. Consolidar y analizar los hallazgos	5.1 Organizar, analizar y resumir los hallazgos
Reflexión	6. Reflexionar a todas las escalas, planteando nuevas preguntas surgidas de las inquietudes de la reflexión.	
Presentación	7. Planear y preparar la presentación.	7.1 Redactar afiches, transparencias, exhibiciones 7.2 Asignar roles 7.3 Diseñar coreografía de la presentación
	8. Presentar la indagación ante el público	
	9. Redactar la indagación completa por escrito y entregarla al docente	9.1 Opcionalmente, entregar una síntesis al público asistente

Sea usted o sus estudiantes los que inicien el proceso desde el paso 1 en adelante (ver la sección anterior, sobre tipos de indagaciones según nivel de intervención del facilitador), sin duda las actividades 1 – 3 de la lista de arriba les exigirán que piensen y discutan profundamente lo que quieren hacer y cómo lo harán, y por tanto ocuparán bastante tiempo. Por contraste la Acción en sí (actividad 4) podría ser de tiempo bien definido, de unos 20 a 60 minutos en algunos casos o del año escolar en otros. Pero después de la Acción, bajo su guía sutil, las actividades 5 – 9 podrían ocupar la mayor parte de una semana o más si quiere “exprimirle el jugo” a la indagación. Entonces ¿será un gasto improductivo de tiempo y esfuerzo? ¡NO!

Considere la siguiente lista de materias del contenido curricular, por ejemplo para un quinto o sexto año escolar (tabla 14). La lista es genérica y en su país la lista de las materias del contenido curricular promulgado por el Ministerio de Educación puede tener títulos diferentes o le pueden faltar o sobrar unas de las materias de nuestra lista. Además es posible que los contenidos curriculares de los grados básicos y el preescolar no incluyan tanto detalle. Ahora bien ¿cuáles de las nueve actividades del proceso de llevar a cabo y presentar una indagación sobre un tema ecológico, podrían incluir elementos específicos de las diferentes materias? En la lista de materias que sigue le sugerimos una respuesta a esta pregunta.

**Tabla 14. Aplicación de contenidos curriculares de diversas materias en las nueve actividades del Ciclo de Indagación**

MATERIA	PREGUNTA		ACCIÓN			REFLEXIÓN	PRESENTACIÓN		
	1. Plantear la inquietud	2. Formular la pregunta	3. Diseñar la Acción	4. Realizar la acción	5. Consolidar y analizar hallazgos	6. Reflexionar a todas las escalas	7. Planear y preparar la presentación	8. Presentar la indagación ante el público	9. Redactar la indagación completa
Ciencias biológicas en general	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ecología como una ciencia biológica	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Física	X	X	X	X		X	X	X	
Química	X	X	X	X		X	X	X	
Matemática (incluyendo geometría)			X	X		X	X		X
Estadística					X	X	X		X
Tecnología			X	X		X	X	X	
Ciencias sociales en general	X					X	X	X	X
Historia						X	X	X	X
Cultura, tradiciones	X					X	X	X	
Sociedad						X	X	X	
Geografía	X					X	X	X	X
Agronomía, agropecuarias	X	X	X	X	X	X	X	X	X

MATERIA	PREGUNTA		ACCIÓN			REFLEXIÓN	PRESENTACIÓN		
	1. Plantear la inquietud	2. Formular la pregunta	3. Diseñar la Acción	4. Realizar la acción	5. Consolidar y analizar hallazgos		6. Reflexionar a todas las escalas	7. Planear y preparar la presentación	8. Presentar la indagación ante el público
Estética en general					X		X	X	X
Artes plásticas			X	X	X		X	X	X
Teatro, actuación							X	X	
Danza							X	X	
Música							X	X	
Lenguaje oral	X	X	X		X		X	X	
Lenguaje escrito	X	X	X		X				X
Literatura							X	X	X
Educación física				X			X	X	
Eje transversal X Medio Ambiente	X	X	X	X	X		X	X	
Eje transversal: Ética				X	X		X		X

Aclaración: si la indagación se enfoca en un tema de las ciencias sociales en vez de la ecología (ver capítulo 3), la lista de arriba será semejante pero no idéntica.

Ahora consideremos como usted, el docente, puede integrar el contenido curricular en la indagación más implícita o más explícitamente. Dispone de por lo menos tres maneras para hacerlo.

- A) Incorporar espontánea e implícitamente los elementos de otras materias durante la indagación.** Este enfoque es el que caracteriza los ejemplos de indagaciones presentadas en los capítulos 2 y 3. Mientras que llevan a cabo la indagación hasta la última reflexión, los indagadores están utilizando conocimientos y destrezas previamente adquiridos. En este caso, si bien el docente debe asegurarse de que en efecto los estudiantes ya manejen esas destrezas y esos conocimientos no es su intención incluirlos a propósito o apuntarlos después.
- B) Incorporar espontánea e implícitamente los elementos de otras materias durante la indagación,** analizando, después de realizada, el proceso entero que los estudiantes cumplieron (las nueve actividades de la indagación), con base en los detalles de los contenidos curriculares y apuntando la presencia e integración de estos contenidos.
- C) Planear la indagación de antemano para que incluya en una u otra de las nueve actividades, cada una de las destrezas, habilidades y competencias seleccionadas, así como los contenidos conceptuales de varias materias del currículo vigente.** Al terminar la actividad 9 los estudiantes habrán incorporado, practicado y aprendido todos los elementos de su lista; por ejemplo, cinco destrezas, habilidades y competencias del contenido curricular de la matemática para su grado, tres de las ciencias sociales, cuatro de las ciencias naturales, siete de lengua, dos de arte plástica y dos de las demás artes. Finalmente, a menudo la indagación termina incluyendo muchos elementos adicionales además de los seleccionados de antemano.

Como lo presentamos aquí, la alternativa C aplica sólo a indagaciones guiadas por usted. Sin embargo, a los niños mayores y/o bien competentes en el Ciclo de Indagación puede darles la lista de destrezas, habilidades y competencias y pedirles que realicen una indagación o semi guiada o libre que incluya la lista entera.

## **EJERCICIO 7** El análisis y diseño de indagaciones según su integración con el contenido curricular indagaciones

Las letras A, B y C se refieren a las tres alternativas de maneras de integrar la EEPE en el contenido curricular.

- 1) Revise las indagaciones sobre puntos de vista, las lombrices y las plantas útiles (REFERENCIA CRUZADA: capítulo 3). De la descripción de cada práctica, haga una lista de lo que serían las actividades 1 – 6 (refiérase a la tabla 13). Para la actividad 6, incluya todos nuestros puntos de partida sugeridos para la Reflexión. Usando su creatividad y experiencia como docente, siga desarrollando la indagación en las actividades 7, 8 y 9, es decir, imagínese cómo sería su presentación oral y escrita.

Ahora, vuelva a revisar todas las actividades (1 – 9) de la tabla 13. De la lista de materias (no de sus detalles) que presentamos en la tabla 14 o la lista particular del contenido curricular de su propia clase, ¿cuáles materias ya están presentes en cada una de las nueve actividades?

- 2) Ahora vuelva a revisar cada una de las tres indagaciones prolijamente, comparando las nueve actividades que comprenden (tablas 13 y 14) con *las listas detalladas de las destrezas, competencias y habilidades particulares* del contenido curricular en vigencia (plan curricular) para el grado que usted enseña, *para cada una de las materias* que encontró en una actividad u otra de

la indagación durante su primera revisión (1). ¿Cuáles y cuántas de las destrezas, competencias y habilidades particulares aparecen en cada actividad de la indagación, y en la indagación completa? De las destrezas, competencias y habilidades del contenido curricular que no aparecen a simple vista, ¿cuáles podría usted introducir al llegar a las actividades 7 – 9, habiendo concluido la Acción, con su guía sutil durante la reflexión y la planeación de la presentación oral y escrita? ¿Cuáles podrían introducir por medio de revisiones de la literatura, recursos bibliográficos u otras fuentes durante las actividades 7 - 9?

- 3) Ahora piense en una nueva indagación con base en la tabla 14. Pero *antes de pensar en el tema y los detalles de la nueva indagación*, revise los detalles de todo el contenido curricular vigente para el grado que enseña. Arme una lista precisa y detallada de unas destrezas, habilidades y competencias de varias materias que le gustaría introducir a sus estudiantes (por ejemplo, ciertos elementos de lengua, de matemática, de educación física, de arte plástica, de ciencias sociales). Ahora revise los temas de indagaciones presentadas en la tabla 1 (capítulo 2). Seleccione uno de ellos y diseñe el proceso entero de la indagación según las nueve actividades (tabla 13) de tal forma que cada elemento en su lista de destrezas, habilidades y competencias esté incluido en una actividad u otra. Use la Tabla 14 como ayuda. Por supuesto este enfoque C requiere aún más creatividad y trabajo que el B. Sin embargo, no sólo es factible sino también muchos docentes a través de América Latina lo están haciendo.

## PARA FINALIZAR ESTE CAPÍTULO: EL ACOMPAÑAMIENTO Y EL COMPAÑERISMO, ELEMENTOS IMPRESCINDIBLES

De acuerdo con las experiencias de los últimos años, nos es posible reconocer que el elemento más importante durante la planeación, implementación y éxito de la EEPE es el humano. Aunque usted sea el docente más animado, independiente, creativo, responsable y dedicado del mundo, los retos cotidianos de su profesión van a acabar con su tremenda motivación y desanimarlo a menos que haya oportunidades de acompañamiento, respaldo moral y compañerismo. La solución: el trabajo en equipo. Para lograr esto le presentamos unas sugerencias:

- a) Aunque al inicio usted sea el único docente de su escuela que muestre interés en la EEPE, bríndeles a sus colegas potencialmente interesados un mini taller de la EEPE y de ahí en adelante anímelos y apóyelos para que la implementen en sus propias clases.

Trabajen todos como un equipo, compartiendo ideas y resultados, respaldándose unos a otros, organizando “congresos científicos” en donde los estudiantes presenten y discutan sus indagaciones frente a un público de varias clases a la vez (el paso 8 de arriba). Compartan ideas, nuevos acercamientos, inquietudes o dudas y ante todo, sigan discutiendo y analizando los principios de la EEPE, lanzando nuevas ideas y propuestas para usar la herramienta.

- b) Si la dirección de su escuela no está a bordo de la EEPE, gane su confianza, aval y respaldo moral. En el párrafo anterior les sugerimos una estrategia: la presentación de una indagación EEPE por los estudiantes, acompañada por un análisis de la indagación en el contexto del plan curricular.

- c) Invente maneras consecuentes y responsables de comunicar su trabajo y el de sus estudiantes. Además de los “congresos científicos” entre grados y pares, abrir estos espacios a la comunidad, a los padres y a otras escuelas suele funcionar como un motivador para las presentaciones y tiene el doble propósito de estimular a otros. Asimismo, cualquier trabajo que realice en su nuevo “laboratorio viviente”, el patio, debe ser conveniente y responsablemente comunicado. Si usted y los estudiantes dejaron un parche de pasto sin cortar porque quisieron indagar los cambios en sus habitantes con el tiempo y el jardinero lo exterminó, no es culpa suya si ustedes no habían puesto un cartel diciendo “zona en estudio, disculpe las molestias, por favor no cortar, estamos indagando sobre este parche.....”
- d) Más allá de su escuela, si usted es de Cuba, México, Costa Rica, Guyana, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Chile, Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay o Uruguay es cierto que hay otros EEPEístas en su país, es probable que haya algunos en su región y posiblemente en su ciudad. Si no los conoce, escribanos a los coautores y le podremos dar los datos de los EEPEístas compatriotas.
- e) Asumiendo que usted sea docente, esperamos que ya esté en contacto con un biólogo/agrónomo/guardaparque/pedagogo/naturalista EEPEísta u otro “facilitador” o “persona clave” de la localidad. Busque el respaldo moral y práctico de esa persona, cuyo consejo será útil y alentador, no sólo en la búsqueda de ideas de indagaciones en el patio de la escuela sino también en la manera de integrar ellas en el contenido curricular. ¡Invítelo a su clase! Además, con los facilitadores usted puede trabajar para desarrollar recursos tales como guías de los bichos y plantas comunes en los patios de las escuelas de la región, tema del capítulo 5 de esta publicación.



## LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE GUÍAS SOBRE RECURSOS DEL ENTORNO LOCAL

*“Nadie es tan fuerte como para hacerlo todo solo  
ni tan débil como para no poder ayudar...”*

Hasta ahora nos hemos concentrado en las características de la indagación de primera mano y en cómo hacer realidad la EEPE en su escuela. Queremos ahora hablar de cómo preparar guías de historia natural local y presentar unas ideas de cómo desarrollar guías de los temas locales de ciencias sociales. En nuestra opinión estas guías pueden ser un gran aporte no sólo a la práctica de la EEPE en la escuela donde usted trabaja sino también a la comunidad donde se encuentre la escuela. Las guías promueven el trabajo en equipo entre personas con diferentes conocimientos, capacidades y habilidades, dejando que muchas personas que no se meterían directamente en la práctica de la EEPE puedan contribuir aportes valiosos a su alcance.

Como lo sugerido por la frase del encabezamiento, la tarea de hacer una guía del entorno local no debe ser sólo suya y de los demás docentes. Es un proyecto en el que los naturalistas, artistas, profesores, padres y abuelos de familia y los estudiantes pueden trabajar juntos, cada uno contribuyendo sus destrezas y conocimientos de la educación formal, los seres vivos y la ecología local, la historia del paisaje, la recopilación de la información que ya existe en recursos bibliográficos o en la experiencia de la gente local, la redacción, la ilustración y finalmente el diseño de la publicación.

A continuación presentamos una estructura y un contenido que pueden ser útiles en la mayoría de las localidades de América Latina. Sin embargo, ésta es sólo una de las muchas estructuras posibles para una guía de este tipo. ¡No hay recetas! Por eso no dude en hacer todas las adaptaciones e innovaciones que le sirvan mejor a su propio entorno local.

*La única precaución que queremos recalcar antes de entrar en el tema es no dejar que se desvíe la atención (la de usted y la de la comunidad educativa) de la práctica de la EEPE, la que es fundamental y se puede desarrollar exitosamente sin ninguna guía local. Ni piense en abarcar la tarea de desarrollar guías u otros materiales escritos antes de que la práctica de la EEPE esté bien establecida.*

## INTRODUCCIÓN A UNA GUÍA LOCAL DE HISTORIA NATURAL

En el capítulo 3 definimos la historia natural en el contexto de la ecología como “la investigación de las plantas, animales, otros seres vivos e interacciones entre ellos que se encuentran en el entorno natural que nos rodea”. Ahora expandimos la definición para que incluya los diferentes hábitats y los aspectos geológicos y climáticos del entorno local. A primera vista recoger información sobre todos estos aspectos parece un reto inmenso especialmente si su paisaje es uno muy diverso. Pero no se preocupe. Una guía espectacular y sumamente útil puede hacerse concentrándose sólo en aquellos organismos y hábitats que son más comunes en los patios y otros alrededores de las escuelas de su zona.

El público objetivo de la guía consta de usted y los demás docentes de su escuela y las otras escuelas del mismo paisaje o región. También sería ideal que la guía fuera tan sencilla y clara que un niño de sexto o séptimo grado escolar pudiera aprovecharla, pero no debe “simplificarse” demasiado y así dejar de ser un recurso clave para usted, sus colegas y los estudiantes (indirectamente por medio de ustedes, o directamente para los mayores).

### Estructura propuesta (una posibilidad entre muchas)

Las primeras páginas de la guía deberían presentarle al lector un panorama global, indicando cuál es el contenido general y cómo está organizada la guía, cuál es el área geográfica que cubre y cuál es su propósito.

#### Descripción de la región

Después de esta introducción, al empezar la guía propiamente dicha se debería presentar las características generales más llamativas del paisaje: la geología e historia geológica de la zona, el clima regional y su variación entre zona y zona, los principales hábitats presentes y las actividades de los seres humanos actuales y pasados en el contexto del paisaje. Sugerimos que esta sección sea bastante corta y muy clara.

#### Descripción del clima local

Esta sección puede describir brevemente las estaciones de la zona (temporadas de lluvia y seca y/o las de frío y calor) y en general cómo los cambios de estaciones inciden en la vida de los seres vivos y sus interacciones. Por ejemplo, en paisajes tropicales con marcadas temporadas secas, muchos árboles y arbustos dejan caer las hojas a principios de la seca y empiezan a florecer. Cuando empiezan las lluvias brotan las nuevas hojas y maduran los frutos. Tales cambios estacionales en la disponibilidad de recursos alimenticios y refugios, incide notoriamente en la vida de los animales (ver tema IB4, capítulo 3). En paisajes subtropicales o templados como es el sur de Chile y Argentina se habla de las cuatro estaciones y cómo afectan a las plantas y animales. También cabe mencionar los eventos climáticos más puntuales, ocasionales y fuertes tales como los huracanes en las islas y costas continentales del Mar Caribe y el fenómeno de El Niño en las Islas Galápagos y la costa pacífica de Sudamérica. En paisajes montañosos vale hablar del efecto de las montañas sobre el clima y en particular el cambio de clima al subir en altura.

## Descripción del paisaje

Muchos de nuestros paisajes constan de parches de distintos hábitat naturales, más parches de distintas historias de uso por el ser humano. En algunos paisajes, como en la mitad del continuo de la selva amazónica, estos parches no son muy obvios, pero con seguridad están ahí. En otros paisajes, los parches son muy visibles. Pongamos como ejemplo el paisaje típico de una pequeña cuenca en los Andes del norte (figura 31). En este paisaje encontramos bosques en las partes altas de las montañas, parcelas sembradas con hortalizas y más abajo con café y plátano, mezcladas con áreas de pasto para las vacas y parches de cultivos de café abandonados. Las orillas de los arroyos suelen estar cubiertas por árboles y arbustos y cerca del arroyo se ven las casas campesinas.

Asimismo, podemos incluir una descripción de los hábitat naturales presentes y cómo cambian con el tiempo. Fenómenos “estructurantes de hábitat” como el fuego, las inundaciones, las altas mareas, los huracanes o los “surazos” son eventos que producen y siempre han producido cambios en los hábitat naturales. Constituyen parte de la historia natural con la que evolucionaron los seres vivos presentes.



Figura 31. Paisaje andino.

## Descripción de actividades humanas

Muchos paisajes de hoy y la ecología de sus seres vivos son en gran parte el resultado de nuestras actividades presentes y pasadas (ver la indagación “Puntos de Vista”, capítulo 3). Los lugareños son quienes mejor conocen la historia del uso del paisaje local. Podemos mirar al pasado, reconstruyendo las actividades de nuestros abuelos, bisabuelos y tatarabuelos a través de sus relatos. Pero podemos ir más atrás e incluir en la guía información sobre a qué se dedicaban los pueblos que habitaron la zona antes de la llegada de los españoles a América.

Por supuesto una guía local de otro estilo, enfocada en los aspectos de las ciencias sociales (la geografía, historia, cultura, uso de la tierra, economía y más, ver más abajo) hablará de estos temas en detalle. Sin embargo, el panorama de las actividades humanas del presente y pasado también pertenece a la guía de la historia natural.

## Descripción de la geología

Aunque no es imprescindible, si la información bibliográfica está disponible la guía puede describir algunas características de la zona en el pasado más remoto, por ejemplo durante la era de los dinosaurios o durante los últimos cien o diez mil años. Para paisajes montañosos se puede incluir la historia de formación de las montañas. En áreas costeras sería útil, por ejemplo, describir cómo ha cambiado la línea de costa durante los últimos miles de años.

## Historia natural

### Elaboración de una lista de seres vivos para incluir

El primer paso para contar la historia natural es armar una lista de los animales y plantas (y tal vez los hongos) que se encuentran frecuentemente en los patios de escuela y sus alrededores, a través de la región a que se refiere la guía. Recuerde que no se trata de hacer una lista de todos los seres vivos sino simplemente de aquellos comunes que están en áreas accesibles, relativamente fáciles de observar y ser sujetos de las indagaciones. Con muy pocas excepciones la lista no incluiría los mamíferos y aves grandes del monte, los árboles milenarios del bosque o, en zonas costeras, las ballenas.

Algunos de estos seres vivos son lo que llamamos “exóticos”, es decir que son originarios de otras partes del mundo (como son los chivos, liebres europeas, caballos, vacas, gallinas, dientes de león, abejas melíferas, ratas negras, moras y retamas, entre muchos). Fueron traídos intencional o accidentalmente a nuestro paisaje por personas provenientes de otros países de América o continentes diferentes. Los animales y plantas exóticos pueden ser tan buenos sujetos de indagación como los nativos y por supuesto deberían estar incluidos en la guía de historia natural si se encuentran en los patios de escuela. Aun cuando para unos ambientalistas todas las especies exóticas son “malas” hay que tener cautela con esta calificación. Por ejemplo, el diente de león no le hace daño a las plantas nativas; otras especies pueden hacer daño a una escala pero no a otra (tal como la liebre europea, que consume mucha vegetación nativa pero a la vez les provee de mucha comida a los animales carnívoros nativos) y otras más les pueden hacer daño grave y permanente a las especies nativas o el paisaje como un todo (los chivos y las ratas en las Islas Galápagos, el espinillo en el sur de Chile). Sin embargo, aunque no es probable que las plantas exóticas le hagan daño a las demás dentro del patio de la escuela, este también puede convertirse en un tema de indagación interesante (ver capítulo 3, numerales II y III de la sección sobre temas de ecología).

Por lo general ¿cuáles grupos de seres vivos van a entrar en su lista?

## Las plantas

Los patios de escuela de América Latina, desde México hasta la Patagonia, suelen incluir una gran diversidad de plantas. Aun las escuelas urbanas tienen a su alrededor varios tipos de ellas. En casi cualquier patio hay pastos, musgos, pequeñas plantas con flores y líquenes aunque aparezcan sólo en las grietas de los muros o el cemento de las canchas (figura 32). También en muchos patios crecen naturalmente, o se siembran, arbustos y árboles.

## Los hongos

Los hongos siempre están presentes a nuestro alrededor, creciendo sobre una pared húmeda, en la parte más fresca y oscura de la huerta, debajo de las ramas caídas, en el estiércol de las vacas vecinas y en los restos de alimentos que se encuentran en la basura, entre muchos otros microhábitats. Con una sola excepción no suelen ser muy llamativos, excepto cuando unos tipos producen sus setas. Si los estudiantes indagan sobre las setas lo deberían hacer sólo con mucho cuidado (hasta ponerse guantes o por lo menos lavar las manos muy bien), ya que unas variedades son tóxicas.

La excepción llamativa (y bastante apta para indagaciones) consiste en los líquenes, presentes en troncos de árboles y arbustos, muros, cemento y piedras. Estos seres no son plantas ni hongos sino una asociación muy estrecha y evolucionada entre un alga (planta) y un hongo, hasta el punto de considerarse como una clase distinta de seres vivos.

## Animales sin columna vertebral: los invertebrados

De los millones de especies de invertebrados, los llamados “bichos” del patio de su escuela son los sujetos de muchos ejemplos de indagaciones presentadas en los capítulos anteriores y uno de los grupos preferidos por los docentes EEPEístas a través de América latina.

Es tan amplia y variada la gama de tipos de invertebrados, que los podemos agrupar de muchas maneras. En el ambiente terrestre encontramos por ejemplo a las arañas y parientes, los caracoles y parientes, los ciempiés y parientes, los bichos bolita, las lombrices, los cangrejos y parientes y por supuesto los insectos de toda clase, desde los pulgones de plantas y las hormigas hasta las mariposas y grillos. Si una quebrada o laguna está cerca de su escuela habrá más clases todavía de “bichos mojados” y si la región de la guía está en la costa del mar se pueden mencionar la fascinante diversidad de “bichos marinos” que se pueden encontrar en los alrededores de las escuelas costeras.



**Figura 32.** *Muro con musgos, helechos, otras plantitas y líquenes.*

## Animales con columna: los vertebrados

¡Nosotros estamos en este grupo! Y los socios nuestros en los alrededores de muchas escuelas incluyen no sólo a los animales domésticos como gatos, perros, gallinas, vacas y ovejas sino también las aves, lagartijas, ranas y ratones. Si un cuerpo de agua queda cerca, la guía podría incluir los peces pequeños. Por ejemplo, en las zanjas del patio de una escuela de Georgetown (Guyana) entran aguas marinas durante las mareas altas, y en una sola mañana se entraron unos 16 tipos de pececitos marinos silvestres nadando felizmente a través del patio.

Sin embargo, por lo general es más difícil indagar sobre los animales vertebrados que sobre las plantas e invertebrados, en particular para los estudiantes más pequeños pero también para los estudiantes que justo están empezando la EEPE o los alumnos mayores que fácilmente pierden el interés. Los vertebrados tienden a ser bastante sensibles a la presencia de los humanos. No se pueden palpar o estudiar minuciosamente. A menudo su presencia durante la indagación ya planeada es imprevisible. Por lo general le sugerimos que recalque las plantas y animales invertebrados comunes y que incluya en su guía sólo los tipos de vertebrados abundantes y algo mansos tales como los gorriones, los copetones (chingoles, chingolos) y en unos lugares tales como la costa del Perú y las islas del Mar Caribe, las lagartijas.

## Breve descripción de unos seres vivos particulares

En el tercer paso el equipo de trabajo de maestros y naturalistas escriben una descripción breve de los tipos particulares de seres vivos seleccionados, comenzando por cómo luce ese tipo de animal o planta (u hongo, si se incluye) y su nombre. En este punto es importante prescindir de abrumadores nombres científicos de los seres vivos, aunque pueden incluirse en un anexo para los interesados. En vez de éste, es imprescindible usar el nombre común, el usado por la gente local, aunque puede haber más de un solo nombre común. En muchos lugares de América latina no sólo pueden existir varios nombres sinónimos en español sino también nombres en los varios idiomas de las demás etnias de la zona.

Siguiendo con la descripción del ser vivo el equipo de trabajo debería hablar de cómo el sujeto se relaciona con su entorno inmediato y con otros seres vivos. Refiriéndonos a los temas de ecología presentados en el capítulo 3, a continuación le sugerimos una serie de preguntas que le ayudarán en esta tarea.

- ¿En cuáles hábitats o microhábitats suelen vivir los ejemplares? ¿Dónde es más factible encontrarlos? [Ver los temas I de la sección de los temas de ecología.]
- ¿Cómo se alimentan? ¿De qué se alimentan y dónde lo encuentran? ¿Cómo cambia su alimento a medida que crecen (ejemplo: la oruga que se come de las hojas y la mariposa adulta que chupa el néctar de las flores)? [Ver los temas IC y II].
- ¿Cómo y dónde empiezan su vida? ¿Cómo son los recién nacidos y los juveniles? ¿Dónde pasan el día y la noche? ¿Son solitarios o se encuentran en grupos? Seguramente incluirán animales que empiezan su vida en formas muy distintas a las de sus padres y que cambian de forma a medida que crecen, como las mariposas; otros que posiblemente incluyan son aquellos animales que nacen como versiones miniatura de los padres, como los grillos. Y por supuesto la semilla de un árbol no se parece para nada, a su planta madre. [Ver los temas IC.]
- ¿Cuándo y con qué estrategias consiguen una pareja? ¿Cuántas crías producen y en qué momento? ¿Dónde construyen sus nidos? ¿Quién cuida las crías y cómo? Existen seres vivos cuyos padres no cuidan a sus crías, como el diente de león, el sapo o el mosquito y otros como las aves, los gatos, unos parientes de pulgones de plantas y escorpiones (alacranes), que invierten tiempo y esfuerzo en cuidar a sus bebés. [Ver los temas IB y IC.]
- ¿Qué tanto se mueven los organismos durante su vida? ¿Acaso deben buscar distintos hábitats a medida que crecen? ¿Acaso buscan alimento o refugio en lugares distantes, durante parte del año? No todos los lugares son igualmente buenos para un organismo, o un lugar bueno puede dejar de serlo

durante parte del año. Los movimientos entre estaciones, como las migraciones, son parte importante de la historia natural de unos vertebrados e invertebrados. [Ver los temas I A-D y II.]

Recuerde que un propósito central de estas descripciones de la historia natural, es darles a sus colegas y estudiantes, ideas para indagaciones según los temas ecológicos (capítulo 3). Le sugerimos que no escriba demasiado sólo describiendo prolijamente cada detalle del ser vivo y su ciclo de vida sino que le tire unas indirectas sutiles al lector de aspectos que conducirían a Preguntas comparativas. Es probable que muchas de las indirectas tengan que ver con las interacciones (tema II) y varios de los temas I (capítulo 3), ya que los temas III hablan de conjuntos de diferentes tipos de seres vivos y tienden a ser bastante evidentes en cualquier patio escolar.

No queremos darle más detalles sobre lo que debería incluirse en la Guía que usted y sus colaboradores construirán. El producto final será completamente original y basado en la historia natural de los seres vivos de su localidad.

## GUÍAS LOCALES ENFOCADAS EN TEMAS DE LAS CIENCIAS SOCIALES

En el capítulo 3 propusimos maneras de aplicar el Ciclo de Indagación a temas de las ciencias sociales, y le presentamos unos ejemplos de indagaciones posibles. Es cierto que la disponibilidad de una guía local de la cultura, costumbres, historia, lenguaje, geografía, uso de la tierra, proceso de urbanización, arquitectura y economía de la región será tan útil al desarrollo de indagaciones en las ciencias sociales, como es la guía de la historia natural al desarrollo de las indagaciones EEPE. Sin embargo tampoco es nuestro propósito detallar la manera de armar tal guía de los aspectos sociales, por tres razones. Primero, porque esta guía, tanto como la de historia natural, debería ser un producto original de ustedes basada en las realidades locales. Segundo, no somos expertos en el tema. Tercero, existen ya muy buenos ejemplos por los cuales guiarse, como veremos a continuación.

### Las comunidades indígenas

Para varios pueblos indígenas de Sudamérica ya existen materiales escritos de primera calidad que destacan y rescatan la cultura, las tradiciones, el entorno natural y el lenguaje local. En Venezuela, por ejemplo, varias etnias ya han desarrollado o están en el proceso de desarrollar textos particulares a sus culturas y entornos. Un modelo ejemplar es el texto de los Ye'kwana de la cuenca del Río Caura y otras cuencas del Orinoco:

- Guía pedagógica Dhe'cwana / Ye'kwana para la educación intercultural bilingüe. 2002. Dirección General de asuntos Indígenas. Zona Educativa del Estado Bolívar y Zona Educativa del Estado Amazonas. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Caracas, Venezuela. ISBN 980 6468-30-9 (UNICEF).

En Bolivia, los Isoceños, un grupo de ascendencia guaraní que habitan en el Gran Chaco cerca del Parque Nacional Kaa-lyá, ya cuentan con una diversidad de textos orientados a su cultura particular, su lenguaje y su entorno natural. Entre los muchos materiales de alta calidad, y de uso universal a través de las escuelas de las casi treinta comunidades del Isoceño, se encuentran:

- Bourdy, G. 2001. Plantas del Chaco II: Usos tradicionales Izoceño-Guaraní. Proyecto Kaa-lyá, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Combés, I. 1999. Arakae: historia de las comunidades Izoceñas. Proyecto Kaa-lyá, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Guerrero, J., A. Arambiza, L. González, E. Ity e I. Combés. 2000. Ayura, Kerekere, tüi: nuestra vida en el Izozog. Proyecto Kaa-lyá, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Si usted trabaja en una zona que cuenta con pueblos indígenas, incluso los desplazados en las ciudades, le sugerimos que averigüe la disponibilidad de textos propios.

## Los atlas locales

En unos municipios del estado de Sao Paulo (Brasil), grupos de docentes, profesores universitarios y otros expertos de las ciencias sociales han desarrollado un "atlas municipal escolar". Estos atlas son fuentes increíbles de información útil y fascinante sobre la geografía, historia, uso de la tierra, arquitectura, costumbres y mucho más.

- Almeida, R. D. (coordinadora). 2001. Atlas municipal escolar: geográfico, histórico, ambiental. Río Claro (SP): Prefectura municipal. 112 p.
- Almeida, R. D. (coordinadora). 2000. Atlas municipal escolar: geográfico, histórico, ambiental. Limeira (SP): Sociedad Pró-memória de Limeira. 100 p.
- Almeida, R. D. (coordinadora). 2000. Atlas municipal escolar: geográfico, histórico, ambiental. Ipeúna (SP): Prefectura municipal. 56 p.

Desafortunadamente es muy difícil conseguir copias de estas publicaciones, porque los municipios indicados los manejan y los reparten exclusivamente entre los docentes locales. Sin embargo, la siguiente publicación sí está disponible y presenta todos los detalles del proceso que los equipos de trabajo realizaron para producir sus atlas, de manera análoga a lo que presentamos arriba en cuanto al desarrollo de la guía local de la historia natural.

- Formação de professores e atlas municipais escolares. Caderno 60, CEDES. Universidade Campinas, Brasil. <http://www.cedes.unicamp.br>.

Otro ejemplo se desarrolló en Córdoba Argentina:

- Losada, R. et. al. 2005. Mi casa es Achala. Manual de regionalización curricular para docentes del Parque Nacional Quebrada del Condorito y de la Reserva Hídrica Provincial Pampa de Achala. Córdoba, Argentina. Administración de Parques Nacionales, Delegación Regional Centro.

## LA PRECAUCIÓN REPETIDA

Sin duda la disponibilidad de guías locales, de historia natural e historia social, serán de gran utilidad. Sin embargo, no queremos dejarlo con la idea de que son necesarias para poder realizar la EEPE o aplicar el Ciclo de Indagación relacionado a las ciencias sociales. Como usted ha visto en los capítulos anteriores, un EEPEísta, sea docente o estudiante, nunca tiene que depender de información de afuera para poder plantearse una inquietud de primera mano y de primera clase sobre la base de la observación, un marco conceptual y la curiosidad; derivar de ella una pregunta llamativa que cumpla bien con las cuatro pautas; diseñar y llevar a cabo la acción; reflexionar cuidadosa y creativamente a toda escala; y redactar y presentar todo su trabajo. Además hay que reconocer que el proceso de producir una guía es muy largo y requiere un gran esfuerzo, más la coordinación de un equipo de personas con diferentes destrezas. No todos disponemos de tanto tiempo y esfuerzo. Además siempre existe el riesgo de que la dedicación de tanto tiempo y esfuerzo al desarrollo de una guía, no deje reservas para emprender y manejar la EEPE como proceso integrador. En muchos sentidos, podría ser preferible dejar la dirección y coordinación del desarrollo de una guía a un naturalista, geógrafo u otra persona que no sea maestro escolar, con usted participando como el miembro experto de la pedagogía.

## DESPEDIDA

Será breve, porque en realidad pretendemos que sea una bienvenida al mundo de los EEPEístas que aceptan el desafío de poner su grano de arena enseñando y aprendiendo a valorar mucho más que los recursos naturales. Pero como debemos cerrar por el bien de todos, nos despedimos con una frase que a varios de nosotros nos ayudó a acoger el compromiso de enseñar las ciencias con el corazón, conscientes de que la conservación de la naturaleza estará muy pronto en las manos de nuestros alumnos. Gracias por acompañarnos hasta aquí y realmente ¡bienvenid@!

**“Los conceptos de “alfabetismo” y “analfabetismo” ecológico hacen referencia a la capacidad o incapacidad de cada cuál para leer e interpretar los signos del medio en donde, temporal o permanentemente, le toca vivir y trabajar”.**

*(Wilches-Chaux, G. 1996. La letra con risa entra: ¿y qué es eso, educación ambiental? Fundación para la Educación Superior FES, Cali, Colombia)*

La propuesta EEPE en América Latina ha atraído a cientos de personas que han visto en ella una excelente posibilidad de promover un aprendizaje autónomo, crítico y basado en las características particulares de cada localidad de esta región tan compleja y rica en culturas y biodiversidad. Desde su inicio, esta iniciativa se propuso ser abierta, incluyente y basada en la confianza, buscando construir lazos de solidaridad y apoyo mutuo entre las personas que la acogen y promueven. La Declaración de Principios que presentamos a continuación, un documento independiente de esta publicación, es el resultado de un proceso de discusión de varios años y busca hacer explícitos estos acuerdos que nos reúnen. Esperamos que sea un documento dinámico y vivo, que se alimente continuamente y que sirva para cuestionarnos. Por esta razón le invitamos a que lo lea y si tiene algún comentario o sugerencia nos lo haga llegar a través de las personas de contacto que están listadas al final de esta publicación.

## DECLARACIÓN DE PRINCIPIOS DE LA PROPUESTA PEDAGÓGICA Y DIDÁCTICA DE LA “ENSEÑANZA DE LA ECOLOGÍA EN EL PATIO DE LA ESCUELA” (EEPE)

### Capítulo 1: SOBRE LOS PRINCIPIOS GENERALES DE LA EEPE

1. La propuesta pedagógica y didáctica de la EEPE surgió en 1985 gracias a un grupo de estudiantes y un ecólogo tropical (Dr. Peter Feinsinger) en la Universidad de Florida, EE.UU. Basada en esta primera experiencia, la propuesta siguió madurando en América Latina. Durante 1994 se puso en práctica en Colombia y Argentina. Desde entonces se viene desarrollando, evolucionando, ajustando y ampliando a través del trabajo colectivo y solidario de un gran número de amigas y amigos de América latina. *Todas estas personas trabajan de manera horizontal, sin jerarquías formales y de buena voluntad, indistintamente de sus nacionalidades, condiciones sociales, creencias políticas o religiosas y actividades particulares.*
2. En términos amplios la EEPE busca proveer a los niños, niñas y jóvenes del continente, a través de sus docentes, de una herramienta de aprendizaje poderosa y pedagógicamente sofisticada, la que podrán continuar usando cuando sean mayores. *Dicha herramienta, “la indagación de primera mano”, les permite estudiar, comprender, analizar y reflexionar abierta, objetiva y animadamente, sobre los procesos ecológicos y los variados efectos de la acción humana en su entorno local.* El uso de la indagación de primera mano pretende promover a largo plazo la consolidación o formación de miembros activos de su comunidad que piensen, decidan crítica y concienzudamente y busquen un mejoramiento de la calidad de vida propia y la del resto de las especies de seres vivos presentes en su paisaje local.
3. *El Ciclo de Indagación es la herramienta pedagógica y didáctica fundamental de la indagación de primera mano y de hecho, la base de la investigación científica a toda escala. Éste consta en tres pasos. En el primero, se plantea una pregunta a partir de observaciones directas del entorno y los conocimientos del tema del estudio. Esta pregunta cumple con cuatro criterios explícitos: que se pueda contestar al hacer nuevas observaciones; y que sea comparativa, interesante y sencilla. En el segundo paso se planea la manera de recolectar y analizar la información a fin de contestar la pregunta y luego se ejecuta esto mediante la recolección “de primera mano” de dicha información. Por último, se reflexiona sobre los resultados obtenidos.* A partir de este último paso se pueden generar otras preguntas, que a su vez pueden conducir a otras indagaciones. A menudo también se toman decisiones basadas en los hallazgos y las reflexiones generadas por la indagación.
4. La EEPE es la aplicación del Ciclo de Indagación en los temas de ecología que se encuentran representados en el patio de la escuela y sus alrededores, siendo éstos tan cercanos o lejanos a la escuela como

los profesores y estudiantes quieran. Estos temas incluyen las plantas y animales y su entorno natural, las interacciones entre ellos, otros procesos ecológicos y el papel de las actividades de los seres humanos en todo eso. Durante estas indagaciones en el patio de la escuela también se incluyen implícita o explícitamente las destrezas, habilidades, competencias y temas de otras asignaturas de la educación formal como son la matemática, ciencias sociales, lengua, educación física, ética y artes (música, plástica, teatro), entre otras. ***En consecuencia, a través de la aplicación de esta propuesta educativa (la EEPE) en la educación formal es posible desarrollar la mayor parte de los temas de las áreas del programa escolar y fortalecer la integración entre estas áreas del conocimiento.***

5. Mediante el uso del Ciclo de Indagación de primera mano la EEPE estimula en docentes y estudiantes el desarrollo autónomo de actitudes propias y miradas amplias respecto al ambiente y la interacción del ser humano con éste y la sociedad. ***En consecuencia, ninguna persona como facilitadora o usuaria de la EEPE deberá promover en su nombre determinadas actitudes “deseables” o “correctas”, sino que permitirá que las actitudes se desarrollen según la experiencia de primera mano y la reflexión propia de cada participante.***
6. ***El uso de la propuesta pedagógica y didáctica de la EEPE, no debería ser impuesto a los docentes, ni debería tener el carácter de política forzada a ningún nivel, sin que los docentes estén abiertos a la posibilidad de que sea interesante y útil en su enseñanza.*** Su aplicación da excelentes resultados cuando el docente o equipo particular está motivado y comprende con claridad el potencial que ofrece para la enseñanza y el aprendizaje. Los directores de escuela y otras autoridades de la educación formal pueden lograr una aceptación de la EEPE mucho más entusiasta y duradera si simplemente le dan el aval a la EEPE y fomentan su uso, en lugar de forzarlo a partir de directivas institucionales.
7. ***El uso dentro del ámbito de la educación formal de la aproximación de la indagación de primera mano y el Ciclo de Indagación propiamente dicho, no está limitado a la temática de la ecología en sí (la EEPE) sino que también puede aplicarse directamente a otros campos abiertos a la investigación, tal como las ciencias sociales. Además, el Ciclo de Indagación como herramienta de investigación y toma de decisiones, tiene amplias aplicaciones en ámbitos alejados o diferentes a la educación formal, como son las indagaciones realizadas por comunidades indígenas y campesinas en sus entornos locales y las realizadas por diversos actores en áreas protegidas.*** Estas otras aproximaciones técnicamente no son la EEPE.

## Capítulo 2: SOBRE EL APOYO Y USO DE LA PROPUESTA EEPE

8. Los avances en la propuesta EEPE llevados a cabo desde 1985 son una construcción colectiva basada en las diferentes experiencias que se han generado a lo largo del tiempo. ***Es, en consecuencia: 1) una propuesta abierta para ser enriquecida mediante los aportes voluntarios de nuevas experiencias y reflexiones y 2) gratuita, dado que no existen derechos patrimoniales de ningún tipo sobre ella. Los posibles derechos patrimoniales que se generen en la elaboración de materiales divulgativos, manuales o cualquier otro material están limitados exclusivamente al material en sí y no generan derechos sobre la propuesta EEPE en su totalidad. En cualquier caso, se le darán los créditos y reconocimiento a las personas y entidades que han aportado a dicha construcción colectiva.***
9. Como propuesta pedagógico-didáctica puesta en práctica y especialmente en su fase inicial, la EEPE requiere de unos pocos recursos financieros para la provisión de unos materiales básicos y el apoyo requerido por los docentes para conocer, familiarizarse y apropiarse de la metodología. Este apoyo consiste principalmente en el taller introductorio y el seguimiento inmediato por parte del facilitador EEPE que está participando en la iniciativa local. ***Siempre y cuando sea necesario, el apoyo financiero y material para el desarrollo de la EEPE en una localidad es bienvenido. Sin embargo, en ningún caso este apoyo implica una apropiación, exclusividad, propiedad o***

*posesión de la propuesta por parte de la entidad o persona que aporta estos recursos financieros. Además, en cada caso hay que conocer el origen y motivación de dicho apoyo para reflexionar y decidir de forma consciente y basándose en sus propios principios éticos, si se acoge o no el aporte ofrecido.*

10. *Aparte de las instituciones de educación básica primaria y secundaria y las de formación de docentes, una ONG u otra institución local tiene todo el derecho de adoptar el acercamiento de la EEPE para su programa de educación ambiental u otro dentro o fuera del horario de clases, siempre y cuando cumpla con los principios aquí establecidos y de forma explícita haga mención a la propuesta EEPE.* De igual forma, las instituciones o personas que prestan apoyo financiero, logístico o de cualquier otra naturaleza para el desarrollo de la propuesta EEPE en cualquier localidad tienen el derecho de anunciar el hecho si lo consideran pertinente. Es natural que las personas locales que practican y facilitan la EEPE con este apoyo deban darles los créditos correspondientes, según acuerden entre las partes.
11. *En consecuencia con los artículos 9 y 10, ninguna persona, institución u organización pública o privada, de cualquier ámbito de trabajo tiene el derecho de apropiarse del nombre o de la implementación de la EEPE como si fuera su invento exclusivo, ni tiene el derecho de declarar que la propuesta es un proyecto propio. Tampoco tiene el derecho de atribuirse el mérito exclusivo de su desarrollo ni de excluir a otras instituciones o personas de la localidad donde se desarrolla, de su participación en o respaldo a la EEPE.*
12. *Ninguna organización que desconozca la propuesta pedagógica y didáctica de la EEPE y la aplicación apropiada de su principal herramienta, el Ciclo de Indagación, tendrá derecho a usar el nombre de la EEPE como etiqueta de lo que está desarrollando en educación ambiental o cualquier otra área de trabajo.* Tampoco podrá adoptar la EEPE como su estrategia educativa sin que su personal esté formado para su uso y sea capaz de fomentarla según todos los principios y prácticas correspondientes.

### Capítulo 3: SOBRE LOS PROMOTORES DE LA EEPE

13. *La persona que quiera promover la propuesta EEPE, facilitar un taller introductorio y apoyar a los docentes en su aplicación deberá tener experiencia de enseñanza a cualquier nivel y conocimiento de algún área de las ciencias naturales (biología de campo en general, ecología y/o historia natural en particular, agronomía, por mencionar algunas), además de la voluntad para dar lo mejor de sí mismo y de sus conocimientos en la promoción y apoyo al desarrollo de dicha propuesta.* De igual forma, y por razones obvias, el/la facilitador(a) de un taller introductorio debe tener un entrenamiento directo (“de primera mano”) y sólido en la EEPE, así como la voluntad de prestar a los participantes en el taller todo el apoyo solidario y cordial que le sea posible.
14. *Dado el nivel bajo de los recursos financieros necesarios para su aplicación y la voluntad común de la red de amigos de promover y difundir la EEPE* por toda América Latina, ninguna entidad o persona que promueva la EEPE (es decir lleve a cabo talleres introductorios y haga seguimiento posterior a los docentes participantes) podrá solicitar un reconocimiento económico exagerado por su trabajo. Este reconocimiento se establecerá, de acuerdo con las posibilidades promedio de pago de la localidad y organizaciones donde se realicen las actividades de promoción.

Una última afirmación: Como se destaca en las primeras cláusulas de estos Principios, se trata de velar entre todos aquellos que conocen y aprecian la propuesta de la EEPE por su crecimiento armónico a partir de las particularidades de cada localidad. Estamos seguros de que, más allá de cualquier fuerza legal que pudieran tener estos Principios, está la de todas las personas de buena voluntad, preocupadas y ocupadas en promover un mundo mejor a través de la enseñanza y aprendizaje significativo de niños y jóvenes, quienes comprenderán, sin duda, la necesidad de comunicar y defender la esencia de la propuesta y su filosofía.

## LA REFLEXIÓN: LO QUE ES Y LO QUE PODRÍA SER

*Hay razón para dudar de toda aserción que no sea el resultado de un trabajo consumado.*

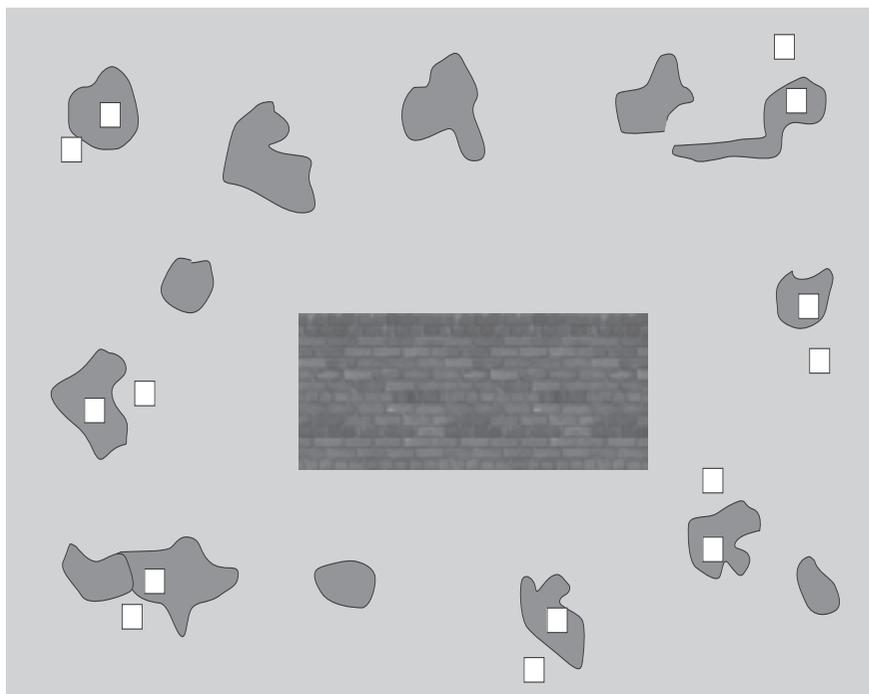
Simón Rodríguez

La Reflexión, a la vez creativa y cuidadosa, es imprescindible. Es más, no se necesita una formación en ecología u otro campo de la ciencia para poder realizar una reflexión sumamente completa, ética, objetiva y rica en nuevas ideas. A la hora de reflexionar empezamos por resumir *lo que es*, el conjunto limitado de resultados tomados durante la Acción dentro del espacio y tiempo delimitado por el diseño de la misma. Sobre esa base construimos especulaciones, propuestas y predicciones sobre *lo que podría ser o podría haber sido*.

Si bien parece evidente la distinción entre lo uno y lo otro, es muy fácil confundir *lo que podría ser* con *lo que es*. Así caemos en la trampa de hacer aseveraciones mucho más allá que lo justificado y permitido por los resultados de la indagación. Este grave error nos da un falso sentido de confianza en nuestra infalibilidad, el que puede llevar a consecuencias graves si tomamos decisiones basadas en *lo que podría ser* creyendo que es *lo que es*. Aunque no tenga consecuencias graves, el error no sólo conduce a empobrecer el pensamiento crítico y lógico sino que además debilita el proceso entero de la indagación, porque cierra la puerta a las nuevas preguntas e indagaciones.

### Le presentamos un escenario:

En el paisaje en que vive el Profesor P. Reguntón, docente de segundo ciclo de educación básica de la Escuela Olvidada en la comunidad de Río Altibajo, los campesinos padres de familia siguen las costumbres de siempre: después de la cosecha a mediados de la época seca, queman sus chacras (parcelas, conucos, potreros, cultivos, pajonales o pastizales). Paralelamente, en el patio de la escuela de la comunidad se encuentran varios parchecitos de unos 2 a 4 m de diámetro, donde el jardinero quema la basura orgánica "natural" o sea las ramas caídas, la hojarasca y otros residuos vegetales (figura 1A). ¿Esto también sucede en o cerca de su patio de escuela?



**Figura 1A.** Croquis del patio de la Escuela Olvidada. La escuela está en el centro, representada por el rectángulo. Las zonas quemadas se muestran como parches sombreados. No se indican los casos, delimitados arbitrariamente, del césped no quemado. Los cuadraditos blancos son las parcelitas de tamaño uniforme (las unidades estándar de 30 x 30 x 3 cm) de las muestras de suelos con sus bichos, una para cada uno de los 16 casos.

El profe P. Reguntón y sus estudiantes observan los dos fenómenos: la quema de los terrenos y las zonas quemadas en el patio de la misma escuela. Les surge una inquietud sobre la incidencia de la quema en los animales de estos lugares, en particular en aquellos que viven sobre y en el suelo.

### Formulan la pregunta:

*¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en los parches de suelo quemado y en las zonas de suelo no quemado en el patio de la Escuela Olvidada?*

Cumple bien con las cuatro pautas ¿no?

### Diseñan el estudio.

- ¿Qué se comparará? Parches de suelo quemado y zonas de suelo no quemado (césped).
- ¿Cómo será un caso de lo que están comparando? Un parche quemado (figura 1A), o una zona de césped no quemado de más o menos la misma superficie pero con delimitación arbitraria.
- ¿Cómo distribuir los casos seleccionados? Una selección de los parches quemados en todo el patio y al lado de cada uno, una zona difusa de césped no quemado (figura 1A).
- ¿Cuántos? Ocho de cada clase, o sea ocho pares de un parche quemado y una zona no quemada.
- ¿Qué se medirá? Los tipos de bichos encontrados y el número de individuos por cada tipo.

¿Cómo y con qué se medirá? Se lanzará un palito hacia el medio de cada caso unitario, sea el parche quemado o la zona arbitrariamente definida de césped verde. Con una soga se demarca una parcela cuadrada de 30 x 30 cm centrada en el punto donde cayó el palito. En cada parcela se excava hasta una profundidad de precisamente 3 cm, echando el suelo extraído a una bandeja. Se examina minuciosamente el suelo de la bandeja hasta que se encuentre el último bicho visible. Luego de registrar sus identidades, se devolverán los bichos al hueco y se tapa el hueco con el suelo (excelente excusa para trabajar la ética por un minuto o una hora...).

Los estudiantes realizaron el estudio entero en una sola tarde soleada del 30 de febrero del año 2222. Redactaron los hallazgos en tablas completas y gráficas muy bien hechas. Al resumir todos los datos, encontraron que en sus ocho parcelas (unidades estándar) [palabras claves] examinadas en los ocho parches de suelo quemado había

- 5 tipos y 30 ejemplares de bichos en total,

mientras que en sus ocho parcelas (unidades estándar) de las ocho zonas de suelo no quemado había

- 25 tipos y 900 ejemplares de bichos en total.

Además:

- Dos tipos de bichos se encontraron exclusivamente en una o más de las parcelas (unidades estándar) de suelo quemado;
- 22 tipos de bichos se encontraron exclusivamente en una o más de las parcelas (unidades estándar) de suelo no quemado y 3 tipos de bichos se encontraron tanto en una o varias parcelas de suelo quemado como en una o varias parcelas de suelo no quemado.

También durante la Acción encontraron un fenómeno interesante que *no estaba en la pregunta o diseño original*: el suelo en unos parches quemados era de polvo seco y medio suelto y el suelo de las zonas de césped no quemado parecía ser más sólido y húmedo. Pero no registraron estos hallazgos de manera uniforme, sino que hicieron observaciones puntuales.

Y ahora el profesor Profe P. Reguntón y sus estudiantes están listos para reflexionar. Aquí van las palabras de su reflexión escrita y su reflexión oral, hecha frente a toda la escuela:

- En el patio de la Escuela Olvidada hay 5 veces más variedad de bichos y 30 veces más ejemplares en total en los suelos no quemados que en los quemados.
- En el patio de la Escuela Olvidada:
  - los bichos A y B viven sólo en los suelos quemados.
  - los bichos C, D y E viven tanto en los suelos no quemados como en los quemados.
  - los bichos F, G, H, I, J, K, L, LL, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y y Z viven sólo en los suelos no quemados. [AVISO: por supuesto en vez de letras el profe P. Reguntón y sus estudiantes etiquetaron los bichos con nombres locales, o en caso de no conocerlos, nombres creativos inventados por el grupo que describían alguna característica particular, como sucede con muchos nombres científicos...]
- La quema de los restos de vegetación en el patio de la Escuela Olvidada incide de manera notoria y nociva en los bichos que viven en el suelo.
- Los suelos quemados en el patio de la Escuela Olvidada son de polvo suelto, mientras que los suelos no quemados son sólidos y húmedos. Esta diferencia se debe a la quema.
- Entonces ese efecto de la quema en la textura del suelo conduce a la erosión del suelo quemado, tanto por el viento como por la lluvia.
- Concluimos que en nuestro paisaje, la práctica tradicional de quemar los cultivos después de la cosecha y los pajonales/pastizales durante la época seca, tiene efectos nocivos sobre todos los animales, en particular los del suelo; que esto conduce al empobrecimiento del suelo, ya que unos animales eliminados habrían contribuido a su calidad; que la quema cambia la textura y estructura del suelo, dejando un polvo seco y que estos cambios conducen a la erosión del suelo y la pérdida de la biodiversidad y además de los nutrientes.

Bueno, ¿acaso el profe P. Reguntón y sus estudiantes hicieron bien la reflexión? Al fin y al cabo, el profe ya "sabe" (de la "sabiduría convencional" y los afiches de educación ambiental producidos por una ONG en la ciudad capital) que la quema tendrá tales efectos. Según estos "hechos" ya reconocidos [aunque realmente son supuestos o preconcepciones] es razonable esperar que los hallazgos del presente estudio muestren tal decremento notorio en la variedad y abundancia de bichos como resultado de la quema. Y al encontrar tales hallazgos esperados a escala del patio de la Escuela Olvidada, según el diseño y la metodología empleada y durante una tarde determinada, es razonable aseverar y declarar que:

- la quema fue la causa directa de todas las diferencias observadas entre los conjuntos de bichos;
- la quema también fue el factor responsable de otras cosas tales como el cambio de textura y la erosión (aunque no se tomaron datos completos sobre la textura y ningún dato sobre la erosión);
- no cabe duda de que la quema tiene y tendrá los mismos efectos a escala del paisaje entero.

¿Sí?

iiiiiiNOOOOOOOOOOOOOOOOO!!!!!!

El Profesor P. Reguntón y su clase siguieron una cadena de razonamiento perfectamente circular. Al inicio, propusieron que la quema que experimentaron las 8 zonas en cierto momento del pasado tuvo un efecto nocivo sobre los bichos en la actualidad. Encontraron en su estudio muy puntual una tendencia fuerte entre los bichos encontrados en sus parcelas de los parches quemados y los del césped no quemado. Aseveraron que la tendencia se debía a la quema y que la quema tiene y tendrá (no dijeron "podría tener") los mismos efectos a toda escala.

Revise minuciosamente usted las palabras de las aseveraciones de la reflexión real del profe P. Reguntón y sus estudiantes. Como usted va a ver, muy pocas de las oraciones deberían ser aseveraciones.

¿Cómo es “la realidad” sin ninguna duda, según la indagación? Es decir, ¿cuáles aseveraciones se pueden justificar según la Acción y los hallazgos presentados en las gráficas, tablas y dibujos?

- 1) Bajo las condiciones precisas del estudio, según todos los detalles del diseño y metodología del muestreo que el profe P. Reguntón y sus estudiantes eligieron, dentro de las 16 parcelitas particulares (unidades estándar) de 30 x 30 x 3 cm que ellos examinaron, uno por cada uno de los 8 casos particulares (casos) de parches quemados y los 8 de zonas no quemadas, a la hora de la acción se encontraron los bichos anotados en las tablas y gráficas.
- 2) En este conjunto de resultados puntuales, había menos bichos y menos variedades de ellos en las parcelitas de suelos quemados examinadas que en las parcelitas de suelos no quemados examinadas, además de haber anotado sin mucho rigor una aparente diferencia en la textura de los suelos.

Esto es lo único que pueden concluir, lo único de lo que pueden aseverar “es (fue) así.”

Para ilustrar mejor las trampas en las que es posible caer durante la reflexión, abajo le presentamos unos ejemplos de las reflexiones que habrían sido más justas (y mucho más enriquecedoras) y unas nuevas inquietudes e ideas (entre muchas) para indagaciones independientes, que saldrían de aquellas reflexiones justas.

- 1) *"En el patio de la Escuela Olvidada hay 5 veces más variedad de bichos y 30 veces más ejemplares en total en los suelos no quemados que en los quemados."*

**NOOO.** Ese “resultado cuantitativo” habla exclusivamente de las 16 parcelitas particulares que los estudiantes examinaron en ese momento. A partir de estas parcelitas no pueden hacerse una idea de los bichos que viven en las áreas (o las profundidades) que no muestrearon, ni de los movimientos de bichos fuera de la hora en que se desarrolló el estudio. De hecho, una parcelita (unidad estándar) particular ni siquiera muestrea todo el caso en el que está, sino sólo un porcentaje bajo, ya sea de un parche de suelo quemado o sea de una zona del césped (figura 1A). Es muy probable que haya unos tipos de bichos que viven en el suelo del caso particular pero que no cayeron en la unidad estándar examinada. Subiendo en escala, tampoco se muestrearon todos los casos posibles de parches de suelo quemado (figura 1A) y se muestrearon sólo una proporción muy pequeña del gran número de posibles casos de zonas del césped: es muy probable que haya muchos tipos de bichos adicionales en los casos no muestreados.

**LA CAUTELA CREATIVA, SIEMPRE LA CAUTELA CREATIVA...** Por tanto las frases de su reflexión deberían parecerse a lo siguiente:

- **"En el estudio**, encontramos 5 veces más variedad de bichos y 30 veces más ejemplares en total en **las parcelas examinadas** de parches de suelo no quemado que en las de zonas de suelo no quemado. Suponiendo que nuestro muestreo fue justo y representativo de los parches quemados y del césped no quemado de todo el patio, podemos **proponer** que *bajo las condiciones del estudio*, en el patio de la Escuela Olvidada esa tarde *había* más bichos y más variedad de bichos en los suelos no quemados que en los quemados.
  - Sin embargo, también es muy probable que hubiéramos encontrado unos tipos de bichos adicionales, si hubiéramos podido seguir aumentando el número de casos muestreados, el número y/o el tamaño de las parcelas excavadas por cada zona. Tal vez esto hubiera resultado en un cambio de las proporciones encontradas en el estudio actual (cinco veces más variedad de bichos y 30 veces más ejemplares en total)."
- 2) *"En el patio de la Escuela Olvidada los bichos A y B viven sólo en los suelos quemados. Los bichos C, D y E viven tanto en los suelos quemados como en los no quemados. Los bichos F, G, H, I, J, K, L, LL, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y y Z viven sólo en los suelos no quemados."*

**NOOO.** Otra vez, sólo se puede hacer referencia al conjunto de las 16 unidades estándar particulares, ni siquiera a los 16 casos enteros. Ni el profe ni sus estudiantes pueden saber cuáles bichos se podrían haber encontrado fuera del volumen de suelo examinado y fuera del horario del muestreo. Podría suceder que los bichos A y B también vivieran en unas zonas de suelo no quemado que no se muestrearon, y/o que los bichos L, Q y Z, por ejemplo, vivieran en unas zonas no muestreadas de suelo quemado. A su vez, esta reflexión debería ser:

- "Como la tabla de datos indica, en nuestro estudio encontramos los bichos A y B sólo en las parcelas de suelos quemados; los C, D y E en parcelas de ambos suelos; y los F hasta Z sólo en las parcelas de suelos no quemados.
- Esto nos sugiere que A y B podrían ser "bichos pioneros" capaces de explotar las zonas abiertas pero incapaces de vivir en las condiciones "apretadas" del césped no quemado. También nos sugiere que los bichos F a Z no pueden aguantar las condiciones estresantes del suelo quemado y nos sugiere que C, D y E podrían ser "generalistas" capaces de vivir bajo una gama amplia de condiciones.
- Sin embargo, aún bajo las condiciones del estudio, es muy posible que las aparentes restricciones de ciertas especies a ciertos suelos resulten del muestreo muy limitado y no representen la realidad a través del patio. O sea, es posible que al muestrear un volumen mayor de los suelos, en algún momento encontremos ejemplares de A y/o B en los suelos no quemados, y ejemplares de unas de las especies F a Z en los quemados."

3) *"La quema de los restos de vegetación en el patio de la Escuela Olvidada incide de manera notoria y nociva en los bichos que viven en el suelo."*

**NOOO.** Aunque lo quisiéramos poder decir, no sería justo o lógico echar la culpa de lo observado a una causa particular (en este caso, la quema) sin haber podido observarlo directamente. Lo que el profe P. Reguntón y sus estudiantes saben es que encontraron tales y tales diferencias actuales entre los bichos en parcelas de suelos que se quemaron en un momento determinado del pasado, y parcelas de suelos no quemados. Pero ¿no es posible que el jardinero seleccionara los lugares para quemar la basura basado en condiciones preexistentes? ¿Podría ser que él buscara zonas ya peladas, ya erosionadas, ya pisoteadas o ya compactadas para quemar la basura? ¿Podría ser que esas condiciones preexistentes ya hubieran incidido en los bichos residentes aún antes de la quema? Seguramente. Entonces la reflexión debería parecerse a:

- "Aunque no lo observamos directamente, proponemos que antes de la quema el conjunto de bichos en todas las zonas podría haber sido bastante semejante; que el evento de la quema en sí podría haber tenido un efecto inmediato y notorio sobre ellos y que las diferencias que encontramos en nuestro estudio, algún tiempo después de la quema, aún estarían reflejando esos eventos pasados.
- No obstante, no podemos aseverar que la quema fuera "la mala de la película" y responsable de nuestros resultados particulares, dado que las zonas quemadas podrían haber presentado características únicas antes de la quema.
- La única manera de comprobar el efecto de la quema propiamente dicha en los bichos es hacer un experimento en que nosotros controlemos los eventos e impongamos "lo que estamos comparando" (quema y no quema) sobre el césped".

¡Ajá! Después de discutir sobre la ética y en caso de llegar a un consenso acerca de costos y beneficios reales según los diversos puntos de vista, podríamos realizar tal experimento. Podríamos proponer la pregunta: "En un día determinado en el patio de nuestra escuela Olvidada, ¿cómo incide la quema en las variedades y abundancias de los bichos [vivos] del suelo?" Le pediríamos al jardinero que guarde un

montículo de basura vegetal y nos avise cuando lo quememos. En ocho regiones del patio, de un lado al otro podemos demarcar un sector del césped no quemado y dividir cada uno de esos sectores en dos, echando una moneda para decidir cuál mitad se va a quemar. En cada zona excavaríamos una parcela (16) antes de la quema. Con nuestra ayuda, el jardinero llevaría los restos para quemar en las ocho zonas seleccionadas y los quemaría como siempre, así creando los parches de suelo quemado. Una hora después, volveríamos a todas las 16 zonas para excavar en cada una de ellas una nueva *parcela*. ¡De esta forma tendríamos registros de bichos de antes y después, sin y con la quema! ¡ASÍ podríamos evaluar directamente el efecto de la quema!

Pero, ¡sólo bajo las condiciones muy particulares del experimento! Sí, sabríamos algo del efecto inmediato de la quema, pero ¡no podríamos hablar del efecto a mediano o largo plazo! O de quemas hechas en otras épocas, en otras horas del día... o quemas de distintas intensidades...

Bueno, ¡todas estas posibilidades llevarían a otras indagaciones! Como mínimo podemos pensar en adelantar el mismo experimento durante las primeras semanas del próximo año escolar y seguir el destino de cada zona sea quemada o no, hasta el fin del año ¿no? Entonces la pregunta podría ser: "En el patio de la Escuela Olvidada, ¿cómo incide la quema, a una hora determinada de un día determinado a principios del año escolar, en las variedades y abundancias de los bichos [vivos] del suelo presentes desde una hora después de la quema, hasta finales del año escolar?"

Y en teoría podríamos investigar las otras posibilidades (hora y época de la quema, quemas de distintas intensidades etc.). No obstante no queremos que el patio entero se convierta en un vasto yermo de cenizas . . . uyyyy parece que los experimentos tienen sus costos...

\*\*\*\*\*

"¡Ajá! ¡Ahora nos surgen otras ideas!", gritan los estudiantes. "¡Ni siquiera pensemos en experimentos, sino en cómo realizamos el estudio! ¿Cuáles fueron los elementos de diseño de nuestro muestreo? Hicimos todo en una sola tarde de un día soleado (y bastante caliente). ¿Es justo concluir que encontraríamos tendencias semejantes fuera de ese tiempo delimitado? ¿Podría ser que durante las primeras y frescas horas del día encontraríamos más bichos en los suelos quemados que en la tarde calurosa? ¡Propongamos otra pregunta de trabajo! Comparando los parches de suelo quemado con las zonas del no quemado, ¿cuáles y cuántos bichos se encuentran a distintas horas del día? Y otra más: comparando los parches de suelo quemado con las zonas del no quemado, ¿de qué manera cambian las variedades y cantidades de bichos entre días despejados y días nublados? Y más: Comparando los parches de suelo quemado con las zonas del no quemado, ¿de qué manera cambian las variedades y cantidades de bichos entre la época seca y la húmeda?"

Los estudiantes siguen reflexionando: "Además, estamos asumiendo que en la hora de la indagación los suelos quemados (y más expuestos) experimentaron temperaturas más altas y humedades más bajas que el césped no quemado. ¿Podría ser ésta la causa de lo que observamos? Bueno, no hay cómo comprobar este último directamente (sin otros experimentos mucho más complejos). Sin embargo, por lo menos podemos contestar dos preguntas: Bajo las condiciones del estudio original (la hora, la insolación etc.), ¿cómo varía la temperatura en la superficie del suelo, entre parches de suelo quemado y zonas de suelo no quemado? Bajo las condiciones del estudio original, ¿cómo varía la humedad a la superficie del suelo, entre parches de suelo quemado y zonas de suelo no quemado?"

\*\*\*[OJO: se puede indicar la humedad relativa con toalla de papel o papel higiénico o tomando un cascote de tierra y viendo cuánto tarda en secarse con un secador de pelo caliente. Se puede indicar la temperatura relativa del suelo echándole un cubito de mantequilla y registrando cuánto tiempo demora en derretirse.. Pero estamos seguros de que usted y sus estudiantes pueden pensar en mejores técnicas.]\*\*\*

"Y por supuesto", siguen los estudiantes, "podemos plantear preguntas sobre cómo cambia la temperatura de ambas clases de suelos entre las distintas horas del día, entre días despejados y nublados, entre épocas del año. . .

¡¡Ajá!! Surge OTRA inquietud... ¿hasta qué profundidad excavamos el suelo? Sólo hasta 3 cm ¿no? ¿No podría haber otros bichos a mayor profundidad? Pues pensemos en otro estudio bien diseñado sobre la pregunta de trabajo: ¿Cuáles y cuántos bichos se encuentran en los distintos niveles del suelo (0-3 cm, 3-6, 6-9, 9-12, 12-15, 15-18, 18-21, 21-24) y cómo varía este "perfil vertical de bichos" entre parches de suelo quemado y zonas de suelo no quemado?"

4) *"Los suelos quemados en el patio de la Escuela Olvidada son de polvo suelto, mientras que los suelos no quemados son sólidos y húmedos. ¿Esta diferencia se debe a la quema?"*.

**NOOO.** Aparte de todas las inquietudes ya presentadas con respecto a tales conclusiones de "así es", en este caso ni siquiera hay datos sino sólo unas observaciones casuales y sueltas. La reflexión debería ser algo como:

- "Según las observaciones puntuales, podría haber una diferencia llamativa en la textura de los suelos quemados que examinamos y los no quemados. Sin un estudio diseñado con el fin de indagar esa cuestión no podemos concluir nada. Pero sí podemos proponer la pregunta siguiente para una nueva indagación: ¿cómo varía la textura del suelo (desde polvo suelto hasta suelo muy sólido) entre los parches de suelo quemado y las zonas de suelo no quemado? Según la respuesta, luego podríamos pensar en un experimento (o, aprovechar el experimento ya descrito, si decidimos realizarlo) para comprobar directamente la pregunta: ¿cómo incide la quema en la textura del suelo, comparando muestras antes/después y sin/con la quema provocada por nosotros?"

5) *"Entonces ese efecto de la quema en la textura del suelo conduce a la erosión del suelo quemado, tanto por el viento como por la lluvia."*

**NOOO.** Es una especulación no más. La reflexión justa debería parecerse a:

- "Si la quema conduce a un cambio de textura del suelo, o si la quema simplemente tiene el efecto de remover la cobertura vegetal (y en consecuencia la protección) del suelo, proponemos que es posible que un resultado de la quema sea una mayor pérdida de suelo por la erosión, ya sea por el viento o por la lluvia. Eso se podría comprobar indagando los suelos en zonas quemadas y no quemadas, o indirectamente por medio de experimentos particulares. Por ejemplo, proponemos la siguiente pregunta: ¿cómo varía la tasa de pérdida de suelo a través de los nueve meses del año escolar, entre parches de suelo quemado y zonas de suelo no quemado? Podríamos clavar unas estacas pequeñas en el suelo, marcar la altura actual del suelo en cada una y volver una vez al mes, para registrar la altura del suelo y ver si hay o no un decrecimiento. O podríamos hacer un experimento con un ventilador y otro con agua.

Sin embargo, aun sin hacer ningún estudio adicional podemos *especular* que los suelos de las zonas quemadas en el patio de la Escuela Olvidada tienden a ser más sueltos que los del césped no quemado [aunque debemos confesar que también los suelos quemados podrían volverse más duros, como un ladrillo, bajo la influencia del agua y el calor del sol...]. Y si fuera así, eso podría conducir a un cambio en la tasa de erosión. Siguiendo esas especulaciones con respecto al patio de la escuela, ¿podría ser que procesos semejantes siguieran a la quema a escala mucho más grande?"

6) *"Concluimos que en nuestro paisaje la práctica tradicional de quemar los cultivos después de la cosecha y los pajonales/pastizales durante la época seca, tiene efectos nocivos sobre todos los animales, en particular los del suelo; que esto conduce al empobrecimiento del suelo, ya que unos animales*

*eliminados habrían contribuido a la calidad del suelo; que la quema cambia la textura y estructura del suelo, dejando un polvo seco y que estos cambios conducen a la erosión del suelo y la pérdida de la biodiversidad . . ."*

**NOOO.** Esperamos que ya reconozcan todos los problemas graves de aseverar tales cosas como si fueran "hechos" ya comprobados y probados, sobre una escala de magnitud mayor (en el espacio y el tiempo) que la de las muestras limitadas del simple estudio restringido, realizado a una hora determinada de un día determinado en el patio de la Escuela Olvidada. Es completamente injusto y muy poco ético aseverar que "así es". No obstante, el pequeño estudio les puede *sugerir* posibilidades, al profe P. Reguntón y a sus estudiantes. La reflexión justa (continuando la secuencia de reflexiones del punto 5), podría ser:

- "De hecho, los hallazgos de nuestro estudio nos llevan a especular sobre las diferencias entre zonas quemadas y no quemadas a escala de nuestro paisaje local y sobre el efecto de la quema en los bichos (tanto los del suelo, como los que caminan o vuelan), en las características del suelo y en el aumento de la tasa de erosión de los suelos. Proponemos que la quema a escala de las chacras y pastizales, podría tener los siguientes efectos: (a) un decremento notorio en la variedad y abundancia de bichos del suelo y también de los bichos ambulantes y volantes; (b) un cambio notorio en la textura del suelo, de su humedad y temperatura en días soleados; y, (c) un incremento notorio en la tasa de pérdida (erosión) de suelos tanto por el viento como por la lluvia.

Es difícil pensar en indagaciones incontrovertibles que pongan a prueba estas posibilidades. No obstante, dada la urgencia de nuestras inquietudes, estimado profe P. Reguntón ¿será posible salir del patio y hacer unas indagaciones en las chacras aledañas? Por ejemplo, podemos pedirles a nuestros padres que nos avisen cuando estén por quemar sus chacras. En ese momento y lugar podríamos plantear la pregunta, ¿cuáles y cuántos bichos se encuentran en chacras quemadas o no, antes y después de la fecha de la quema? Otra podría ser ¿cómo varían los tipos y las cantidades de bichos de suelo, desde el borde de una chacra quemada hacia el centro? . . . . . Y si encontráramos cosas interesantes, luego podríamos juntarnos con los adultos y discutir los hallazgos y llegar a unas recomendaciones y . . . ¡guau! No obstante, no podemos pensar así hasta que realicemos las indagaciones indicadas, honesta y objetivamente. Chicas y chicos, tenemos mucho que hacer. ¡MANOS A LA OBRA!"

\*\*\*\*\*

La moraleja es: **tengan mucha cautela con el uso de palabras, en particular de los verbos. La frase "así es" debe restringirse exclusivamente a lo que sabemos a partir de los hallazgos particulares del estudio que se refieren a las unidades estándar, los casos particulares y las condiciones específicas bajo las cuales se tomaron los datos y con el diseño y la metodología empleada. No es justo, y de hecho corremos un montón de riesgos, al aseverar cosas que no indagamos directamente. A su vez las palabras asociadas con las propuestas, especulaciones, posibilidades, posibles causas, posibles consecuencias y generalizaciones deben ser "especulamos que... propones que.... es posible que... podría ser que . . .podría haber sido que..." y en muchos casos este pensamiento lógico, creativo y libre conduce directamente a otras Preguntas de trabajo y otras indagaciones completas.**

# HISTORIA Y AVANCES DE LA ENSEÑANZA DE ECOLOGÍA EN EL PATIO ESCOLAR EN CHILE (1996 – 2009)

Claudia Hernández Pellicer, Wara Marcelo, Martín Carmona, Juan Luis Celis, Javiera Díaz, Ursula Fernández, Silvina Ippi, Paola Jara, Emer Mancilla, Verónica Rojas, Sharon Reid, Rocío Jaña, Mariela Sovino, Andrea Troncoso, José Vistoso, Ricardo Rozzi y Juan. J. Armesto.

La metodología de indagación de primera mano, canalizada a través de los talleres de Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela (EEPE), comenzó su práctica en Escuelas Rurales de la Isla Grande de Chiloé en un taller para profesores y científicos (con c minúscula) coordinado por Peter Feinsinger el año 1996. Desde aquella fecha la Fundación Senda Darwin (FSD) ha formulado una propuesta de enseñanza de la ecología en el entorno cotidiano que integra metodologías de indagación y valores éticos, y se inspira también en la propuesta internacional de la Iniciativa para una Biosfera Sustentable de la Sociedad de Ecología de Estados Unidos (Rozzi et al. 1997, 2005; Papic & Armesto 2005). Como ilustra la Figura 1, esta perspectiva invita a los ecólogos a trabajar conjuntamente con educadores y tomadores de decisiones. A través de talleres regionales y de programas del Ministerio de Educación, del Programa EXPLORA CONICYT, de la Comisión Nacional de Medio Ambiente, el Fondo de las Américas y otras instituciones numerosas profesoras, profesores, estudiantes y otros miembros de la comunidad local han conocido y aplicado la EEPE y acercamientos afines del Ciclo de Indagación.



**Figura 1.** “Para el logro de una biosfera sustentable se requiere no solo de investigación, sino que también de la comunicación de dicha información y conocimiento a todos los ciudadanos y de la incorporación de dicho conocimiento de decisiones ambientales, económicas y políticas”. (Lubchenco et. al. 1991).

En los primeros años trabajamos principalmente en la comuna de Ancud, sin embargo, esta metodología de difusión de la ciencia ha alcanzado, con el correr de los años, muchas otras comunas del país. Un carácter destacado de estos talleres ha sido, desde el inicio, la participación permanente de los estudiantes de biología e investigadores de varias universidades chilenas que han practicado, sin diferencias, en conjunto con los profesores, guardaparques y propietarios, las experiencias de indagación. Para ello, muchos de los participantes de universidades chilenas hemos debido aprender a dialogar con la comunidad local evitando la jerga característica y aislante de la Ciencia (con C mayúscula) y a realizar indagaciones creativas, que no requieren de sofisticados instrumentos o métodos complejos para responder inquietudes básicas sobre el entorno.

Como participantes activos y monitores de estos talleres, hemos notado que los asistentes, tanto docentes como estudiantes experimentan un proceso sorprendente de cambio. Al principio se sientan en la sala desafiados, aburridos, esperando lo mismo de siempre (una persona dictando cátedra y ellos escuchando). Sin embargo, durante el transcurso de los talleres, al observar, hacerse preguntas, cuestionarse e investigar sobre su entorno, los participantes cambian su actitud por una más proactiva, de interés y asombro, dándose cuenta de cómo su curiosidad y la indagación son herramien-

tas esenciales para obtener un mejor conocimiento y aprecio del entorno natural y social. El bajo costo de los talleres, donde por principio no se emplean instrumentos sofisticados, y sus impresionantes efectos multiplicadores hacen que esta metodología sea ideal para crear una comunidad escolar entusiasmada por conocer y cuestionar su ambiente local.

A continuación describimos brevemente algunos de los hitos más importantes entre las numerosas actividades que ha desarrollado el programa de la red EEPE en distintas regiones de Chile.

## Chiloé

El primer taller de Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela en Chile se realizó el año 1996 en la Estación Biológica Senda Darwin (EBSA) y en escuelas rurales cercanas del norte de la Isla de Chiloé. Este taller fue dictado por Peter Feinsinger y participaron estudiantes de biología, y profesores de escuelas rurales y liceos de la Isla de Chiloé.

Tal fue el entusiasmo que provocó este taller entre los maestros y maestras, así como el los biólogos y biólogas, que se repitió el año 1997 en el contexto del proyecto *“Biodiversidad de los Bosques Nativos y Educación Ambiental en Chiloé”*, siempre con apoyo de investigadores de la EBSA, con el propósito de que niños y profesores de Chiloé incrementaran su conocimiento y valoración de la biodiversidad de los bosques nativos. En estos dos talleres los participantes se inspiraron en su capacidad de observación para realizar indagaciones guiadas, semi-guiadas y libres, aprendiendo sobre ecología en el entorno cotidiano en conjunto con los biólogos y biólogas.

Durante estas jornadas surgieron en Chiloé líderes de la EEPE que hasta el día de hoy la practican y difunden entre sus colegas llevando a sus estudiantes al aula abierta y generosa del patio de la escuela. No podemos dejar de destacar a las profesoras y profesores Wilda González, Hugo Ballesteros, Santiago Bustamante<sup>†</sup>, Petronila Yáñez, entre muchos otros amigos y amigas.

El año 2000, en el contexto del Programa EXPLORA de CONICYT, la FSD, coordinó el proyecto *“Red Escolar de Observación de Aves Migratorias Terrestres y Conspicuas”*, cuya base conceptual fundamental fue el uso de la metodología de la EEPE aplicada al mundo ornitológico en escuelas de varios lugares de Chile.

Durante el año 2002 la FSD amplió el ámbito de las indagaciones para incluir el análisis de aspectos valóricos, a través del proyecto *“Chiloé: Conociendo su Biodiversidad para Valorar sus Ecosistemas”*. A través de estas actividades en el entorno local se ha ido incrementando el conocimiento y la valoración de la biodiversidad de los paisajes de Chiloé por parte de los estudiantes, docentes y miembros de las comunidades rurales, en el entorno de las principales escuelas de la comuna de Ancud (Senda Chacao, El Quilar, Cumbre de Lecam, Huelden y Manao). Las fascinantes y diversas interacciones entre plantas y animales en los bosques chilotes, cuyo estudio es objetivo del trabajo científico de la EBSA en Chiloé, han sido un tema central de estas experiencias de indagación de primera mano. Así es posible el aprendizaje autónomo de la ciencia entre los niños/as, con el apoyo directo de científicos y profesores. Los senderos de la EBSA están siempre abiertos para estas experiencias de aprendizaje colectivo.

En el proyecto *“Explorando y descubriendo la biodiversidad oculta del suelo y su importancia en la vida de las plantas”*, durante el año 2006 los profesores y niños de tres escuelas rurales de Chiloé aplicaron, junto a investigadores de la EBSA, el Ciclo de Indagación al estudio de la descomposición de sustratos orgánicos (como la hojarasca y otros restos vegetales) en el patio escolar, descubriendo su vínculo con el crecimiento de las plantas, mediante experimentos comparativos. El trabajo de varios meses culminó con una exposición y discusión de los resultados de los experimentos con la comunidad y los investigadores de la EBSA.

Ese mismo año, en la Estación Biológica Senda Darwin, se realizó el taller *“La indagación de primera mano como herramienta de aprendizaje, manejo, conservación y decisiones sobre el entorno local”*.

Este ha sido uno de los talleres EEPE de mayor envergadura realizado en Chile, con una duración de más de 10 días y más de 30 participantes. Su audiencia incluyó profesores, guardaparques, líderes comunitarios y estudiantes de biología, de todo Chile y países vecinos. Peter Feinsinger y líderes latinoamericanos de capacitación en el Ciclo de Indagación mostraron, con entusiasmo y dedicación, los alcances de la EEPE a distintas realidades culturales, geográficas y distintos sectores de la comunidad, con temas tan interesantes como su aplicación a senderos de indagación en áreas protegidas, o el monitoreo de la biodiversidad por los guardaparques. A partir de este taller, la semilla de la EEPE creció en Chile con más fuerza, permitiendo el brote de nuevas iniciativas locales en otras localidades del país. Este taller dio pie a la idea de una reunión latinoamericana de educadores practicantes de la EEPE, que se realizó en Cuenca, Ecuador, en abril del 2009.

## Magallanes

Desde el año 1999, un grupo de ecólogos, filósofos y artistas vinculados al Parque Etnobotánico Omora inició una serie de talleres de ética ambiental de campo (Rozzi et al. 2003, 2005). Estos talleres adaptaron la metodología EEPE hacia una indagación biocultural, con especial atención a las aves, organismos pequeños como invertebrados acuáticos, los musgos, líquenes y hepáticas, y los diversos modos de comprender y habitar los ecosistemas australes, expresados en las culturas del pueblo yagán, colonos ingleses, residentes recientes y antiguos en la región del Cabo de Hornos. Desde el año 2000, el Parque Omora ha establecido un taller EEPE permanente en el Liceo C-8 de Puerto Williams y el Jardín Infantil Étnico Villa Ukika, como también una serie de talleres periódicos realizados en escuelas y Parques Nacionales cercanos a Punta Arenas, Puerto Natales y Río Verde. En el transcurso de estos talleres el año 2003 marca un hito con el proyecto *"Explorando la microbiodiversidad del Cabo de Hornos"* dedicado a la comunidad, a la belleza, y destacar la importancia ecológica de la exuberante diversidad de "pequeños seres" que habitan la región del Cabo de Hornos (Sherriffs et al. 2005). A partir de la observación de las pequeñas comunidades de musgos, hongos, líquenes, insectos terrestres y acuáticos surgió la metáfora de los "bosques en miniatura del Cabo de Hornos" que luego dio origen a una innovadora práctica de turismo ecológico: el "turismo con lupa" (Rozzi 2005).

El proyecto tuvo grandes repercusiones, ya que los niños lograron realizar sus propias indagaciones utilizando el Parque Etnobotánico Omora como "patio" de la escuela. Utilizando una lupa, su ingenio y entusiasmo lograron descubrir el micro-mundo que los rodeaba y lograron, entre otras cosas, relacionar sus propios resultados con el efecto que el ser humano tiene sobre esta biodiversidad; por ejemplo, la gran cantidad de musgos y líquenes que se podían encontrar en los leños que ellos mismos utilizaban para hacer fuego en sus casas. Algunas de estas indagaciones se presentaron con éxito en la feria científica de Magallanes realizada ese mismo año en Punta Arenas. Adicionalmente, se logró tender un puente entre la indagación científica y la expresión artística, lo cual se materializó en una obra de títeres sobre el bosque en miniatura y también en dibujos y pirograbados creados por los niños que fueron colocados en el naciente Jardín de Musgos que estaba construyéndose en el parque Omora.

El año 2004 los grupos de Magallanes y Chiloé, se unieron a través de las Fundaciones Senda Darwin y Omora, para realizar el proyecto *"Indaga-acción científica de nuestro entorno: distintas especies, distintas culturas y distintos puntos de vista"*. Este proyecto fortaleció la práctica de la indagación científica y su aplicación permitiendo comparar dos regiones de Chile, y contribuyendo significativamente a incorporar la metodología y contenidos a la enseñanza escolar regular. En el proyecto se abordó, de manera participativa, la diversidad biológica, los procesos ecológicos y las interrelaciones entre la sociedad y el medio ambiente local. Esta es la base, del enfoque biocultural. Niños, niñas, jóvenes, profesores, profesoras, científicos y científicas, formaron una Red EEPE para la comprensión y desarrollo de los

temas ambientales de relevancia local y global, en las provincias de Chiloé y Cabo de Hornos (avances resumidos por Troncoso y Armesto 2005).

En noviembre del 2007, el Programa de Difusión de la Ciencia del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), que surgió a partir de las experiencias de más de una década de las fundaciones Senda Darwin y Omora, colaboró con la Universidad de Magallanes y el Centro de Estudios del Cuaternario en un taller EEPE para educadoras de párvulos, actividad que generó gran entusiasmo que motivó a las educadoras para implementar la EEPE en su trabajo con niñas y niños pre-escolares. En Magallanes, el grupo IEB en colaboración con CEAZA también realizó talleres EEPE en las apartadas localidades de Puerto Edén, Puerto Natales y Porvenir en la región de Magallanes y Antártica Chilena, en el contexto de dos proyectos EXPLORA de la ONG Wildlife Conservation Society (WCS), *“Conservación en Acción, el Control de especies exóticas y recuperación de ecosistemas nativos en Tierra del Fuego”* y *“Descubriendo la biología de la conservación de la mano del huemul”*.

Recientemente, el año 2008, los estudiantes del Liceo Hernando de Magallanes de Porvenir obtuvieron el premio al mejor trabajo en la categoría Ciencia / Educación Media con su indagación *“El laboratorio natural más austral del mundo: estudiando el impacto del castor en el ecosistema de Tierra del Fuego”*. Este trabajo se presentó en el IX Congreso Nacional EXPLORA CONICYT. Su investigación se realizó en el Parque Karukinka, donde mediante mediciones en tres sectores, establecieron que la presencia de castores altera los componentes bióticos y abióticos del ecosistema de Tierra del Fuego.

## Valdivia

El año 2003 CIPMA y FSD, organizaron con mucho éxito el taller *“El método de indagación de primera mano como herramienta en el manejo de Áreas Protegidas”*, el cual se realizó en el Parque Oncol, nuevamente con la coordinación de nuestro amigo Peter Feinsinger. Nos reunimos en Oncol, un santuario natural en plena selva valdiviana para vivir un gran taller lleno de nuevas experiencias de aprendizaje. Este taller fue dirigido especialmente a guardaparques, aunque no estuvieron ausentes los biólogos/as, estudiantes y otros profesionales interesados en conocer el ciclo de indagación para aplicarlo en contextos de conservación y educación en las áreas protegidas. Este taller fue el punto de partida de las acciones de disseminación de la EEPE en Valdivia.

Desde el mes de julio de 2007 la Reserva Costera Valdiviana (propiedad de *The Nature Conservancy*, grupo de conservación internacional), ha utilizado la EEPE en escuelas locales para fortalecerlas como un lugar de aprendizaje medioambiental integral, en el cual se estimula la curiosidad de profesores y alumnos hacia la naturaleza a partir de experiencias locales. Los propósitos son el lograr conocimiento con autonomía, pensamiento crítico y conciencia del entorno para la conservación de la biodiversidad.

Además en el marco del programa de educación ambiental de la ONG Conservación Marina, se ha integrado el ciclo de indagación en talleres de educación ambiental en escuelas costeras. Entre otras cosas se han realizado indagaciones sobre el destino de los residuos generados por la comunidad escolar, y sobre las características físicas del suelo de las cuencas hidrográficas entre sectores cercanos a un estero plantados con pinos y sectores con bosque nativo. También se han hecho investigaciones escolares sobre la riqueza de aves en distintos ecosistemas de la costa de Chile, entre otros, a través del proyecto *“Conociendo Nuestras Aves Costeras”*. Los participantes han podido aprender a identificar y describir aves reconociendo aquellas que son nativas. Se espera realizar indagaciones sobre la variación estacional de las aves y su comportamiento. Otras iniciativas contemplan el estudio de variables ambientales (cobertura vegetal, velocidad del caudal, temperatura) y sus consecuencias para los invertebrados acuáticos. Algunos de los establecimientos que han participado son Quenuir, Maullin, Bonifacio, Curiñanco, liceo Politécnico de Mehuin, Curiñanco, Niebla, Chaihuin.

Durante el año 2007, se han realizado capacitaciones para profesores (Escuelas diferencial Walter Schmidt, El Bosque, Inés de Suárez, Chaihuin y de las Unidocentes de Huiro y Huellehue, Colegio Alywen), y también capacitaciones para guardapaques en Senderos de Indagación en la Reserva Costera Valdiviana. En algunas escuelas de la zona se ha establecido un sistema de acompañamiento y seguimiento de instalación de la EEPE en las aulas.

## Región Metropolitana

En mayo 2005, la FSD realizó un primer taller de preparación de facilitadores con experiencia directa en la EEPE, con participación de 20 biólogos y maestros de la Escuela de Pirque, que llevaron a cabo, de manera colaborativa, indagaciones semi-guiadas en los jardines de esta escuela rural. Este Taller permitió capacitar facilitadores para los futuros talleres EEPE en Santiago.

El año 2006, biólogos de la FSD ejecutaron el proyecto *“Explorando los mundos de nuestro mundo: Biodiversidad del Centro-Sur de Chile”*. Durante el desarrollo de este proyecto, niños y niñas de educación básica se entusiasmaron con el conocimiento de la biodiversidad de su entorno, la naturaleza de Chile, y la ciencia como forma de conocer, a través del uso y aplicación del ciclo de indagación. Participaron niño/as y maestro/as de primero a sexto de educación básica de los Colegios Colonial de Pirque y Rubén Darío de La Reina. Además, el proyecto incorporó dos escuelas rurales de Chonchi (Chiloé), Pilpilehue y Pucatué. Los niños de Santiago visitaron a los niños de Chiloé durante el proyecto, que culminó con una muestra de arte sobre biodiversidad del entorno de las escuelas de ambas regiones realizada por los mismos niños.

Durante el año 2008 se desarrolló el proyecto *“Nuestras verdes raíces: descubrimiento y valoración de la flora nativa y sus usos tradicionales”*. En el marco de este proyecto, realizado en un colegio de la capital, una escuela rural de la zona de Temuco y un colegio de Chiloé se aplicó el Ciclo de Indagación a la experimentación con los usos de la flora nativa. Algunos ejemplos de las preguntas planteadas por los niños en conjunto con los monitores fueron: ¿Quién sabe más sobre el uso de las plantas, los niños o las niñas?, Al tejer ¿qué junquillo (*Juncus* sp.) se corta más rápido el verde o el seco?, (taller de etnobotánica); ¿qué tratamiento es mejor para hacerle al junquillo (*Juncus* sp.) para que sea más flexible para hacer trenza, pasarlo por agua fría, pasarlo por agua caliente o pasarlo por fuego? (taller de fibras vegetales); ¿tiñen las hojas de boldo (*Peumus boldus*) seco igual que las de boldo fresco?; ¿cuál es el que tiñe más, el matico seco o el matico fresco? (taller de tinciones); ¿cuál es la diferencia en el sabor se los frutos de chaura de distintos colores? (taller de frutos comestibles); ¿cuál limpia más: el jabón de ramas, el jabón de hojas, el de ramas y hojas o el de extracto comercial?, ¿qué suciedad es removida mejor por el jabón de quillay, la grasa o la pintura? (taller de usos industriales). A partir de los resultados, reflexiones y experiencias los niños generaron algunos productos naturales (tinciones, jabones, canastos, ungüentos, etc.) rescatando la importancia del uso tradicional, las potencialidades que entregan los recursos naturales, así como la importancia del uso sustentable de éstos.

Este año 2009, el programa de difusión de la ciencias del IEB junto a otros colaboradores ha comenzado a ejecutar el proyecto *“Explorando la biodiversidad de la zona altoandina de Chile: un mundo por descubrir”*. Este proyecto busca que la comunidad e educadores y estudiantes y la comunidad en general de las localidades de San Pedro de Atacama (Región de Antofagasta) y de Farellones (Región Metropolitana) que participan de esta iniciativa, conozcan y valoren la diversidad biológica (flora vascular y fauna vertebrados), una maravilla oculta entre las piedras y desiertos de la zona altoandina y el norte de Chile, además de conocer las culturas indígenas de Antofagasta. Este proyecto se basa en aprender haciendo, mediante la metodología EEPE y el intercambio de realidades entre zonas de montaña a diferentes latitudes.

## Región de Coquimbo

En la zona del Norte Chico, el primer taller de enseñanza de la ecología en el patio de la escuela se realizó el año 2005, en la localidad de Cerrillos Pobres, provincia del Limarí, 100 km al sur de La Serena. Participaron profesores de establecimientos rurales y urbanos. Este taller sirvió de estímulo al proyecto titulado, *“Aplicando el Ciclo de Indagación en los ecosistemas semiáridos: Usando la reforestación como modelo de estudio de largo plazo e intercambio de experiencias entre escuelas rurales y urbanas”*. Este proyecto tuvo una duración de 22 meses desde el año 2006. Participaron dos escuelas rurales (Pedro Enrique Alfonso Barrios, El Tabaco) y un colegio urbano (Colegio Águila Mayor, La Serena). El propósito central fue difundir la metodología EEPE sobre todo en las escuelas rurales de la región semiárida, ampliando los conocimientos y destrezas científicas de los niños y niñas. Estas capacidades fueron demostradas a través de logros tales como mejoras en los resultados de pruebas de conocimientos a nivel nacional (SIMCE) y el ingreso de las escuelas al Sistema Nacional de Certificación Ambiental promovido por el Ministerio de Educación, Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Comisión Nacional del Medioambiente (CONAMA). Como resultado del proyecto, los patios de los establecimientos educativos participantes han reverdecido en medio de la aridez, gracias a una experiencia de reforestación con especies nativas y frutales que están al cuidado de los estudiantes de cada establecimiento. Siguiendo esta primera experiencia EEPE, en la ciudad de La Serena se han realizado tres talleres para profesores (años 2008, y 2009). Los docentes están muy motivados para aplicar el método en el aula y aprender ecología y ciencia de manera lúdica y eficiente usando como laboratorio el patio escolar.

La aplicación del ciclo de indagación fue fundamental para que un grupo de estudiantes del Colegio Altazor de Coquimbo llevara a cabo la investigación titulada *“Efecto de una campaña informativa sobre los hábitos del desayuno”*. Esta investigación fue presentada en el 6° Congreso Regional Científico Escolar de la Región de Coquimbo, donde obtuvo el primer lugar en la categoría enseñanza básica. Los estudiantes participaron luego en el Congreso Nacional EXPLORA.

## Reflexión final

En Chile hemos propagado la semilla de la EEPE con alegría y entusiasmo, por más de una década, por diversos territorios, realidades culturales y sistemas ecológicos, desde el desierto de la Región de Atacama hasta los bosques subantárticos de la Región de Magallanes y Antártica Chilena. Las experiencias han tenido como centro el trabajo de biólogos con profesores, y otros actores de la comunidad, para en forma colectiva aprender sobre el entorno cotidiano y establecer un diálogo constructivo. Se ha avanzado en el desarrollo de nuevas herramientas conceptuales (como el valor de la biodiversidad y la sustentabilidad global), la incorporación de componentes ignorados de la biodiversidad (como los musgos) y el uso de la experiencia de primera mano de los investigadores en los talleres. Una tarea pendiente en que estamos trabajando, es evaluar el impacto comunitario de estos talleres, en el aprendizaje sobre el entorno y uso del ciclo de indagación por docentes y estudiantes, así como en la valoración de la biodiversidad y sentido crítico sobre la realidad local. Nuestra expectativa es que esta estrategia didáctica tenga impacto en el mejoramiento de la calidad de la educación ecológica de los ciudadanos del presente y del futuro.

# Referencias

- Papic, C. y J.J. Armesto. 2005. Ecología y educación: hacia una biosfera sustentable. Ambiente y Desarrollo XXI (2): 16-19.
- Rozzi, R., P. Feinsinger & R. Riveros. 1997. *La enseñanza de la ecología en el entorno cotidiano. Módulo de Educación Ambiental.* Ministerio de Educación de Chile, Santiago, Chile.
- Rozzi, R. 2006. *Biodiversidad en la educación informal: turismo sustentable en Cabo de Hornos.* En: "Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos", pp. 628-630. Comisión Nacional del Medioambiente, Santiago, Chile.
- Rozzi, R., J.M. Draguicevic, X. Arango, M. Sherriffs, S. Ippi, C. Anderson, M. Acevedo, S. McGehee, J. Plana, E. Cortés & F. Massardo. 2005. Desde la ciencia hacia la conservación: el programa de educación y ética ambiental del Parque Etnobotánico Omora. Ambiente y Desarrollo XXI (2): 20-29.
- Rozzi, R., F. Massardo, J. Silander Jr., C Anderson, O Dollenz & A Marin. 2003. El Parque Etnobotánico Omora: una alianza público–privada para la conservación biocultural en el confín del mundo. Ambiente y Desarrollo XIX (1): 43-55.
- Sherrifs, M., S. Ippi, C. Anderson, R. Rozzi & A. Zúñiga. 2005. *Explorando la Microbiodiversidad del Cabo de Hornos* (Exploring the Micro-BioDiversity of Cape Horn). Ediciones de la Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile
- Troncoso, A. y J.J. Armesto, editores. 2005. Indaga-acción científica al sur del mundo: distintas especies, distintas culturas y distintos puntos de vista. Fundación Senda Darwin, Chiloé, Chile.