

CAPÍTULO 8
PROPUESTAS DIDÁCTICO
PEDAGÓGICAS PARA LA
ENSEÑANZA-APRENDIZAJE
DE LOS ECOSISTEMAS
ACUÁTICOS

*"Necesitamos aprender a ver el Mundo otra vez...
y vemos adentro de Él." Daniel Emmerich*

La educación, la escuela, tienen hoy una particular importancia en el aprendizaje de volver a "mirar" al Mundo, entendiendo a la mirada como la capacidad de establecer relaciones, de salir de la periferia de la realidad para adentrarse en ella y comprenderse con otra lógica existencial. La educación debiera propender hacia la construcción de una cultura en favor de la vida, de resignificar su sentido desde los desafíos que como humanidad atravesamos, y hacerlo contextualizadamente, es decir, en el tiempo y el espacio del territorio donde cada comunidad educativa está inserta (Emmerich 2017).

En este capítulo, pretendemos ofrecer algunas herramientas didáctico-pedagógicas, no como recetas sino como ideas que inspiren y motiven la praxis hacia una educación que busca resignificarse y resignificar los contenidos curriculares; ideas que parten de la propia experiencia de los que escribimos estas modestas líneas, con el planteo de que él o la docente no sea un mero transmisor de contenidos que se elaboran y "bajan" desde las políticas educativas, sino una persona que, con sentido comunitario, discierne, reflexiona, escucha los clamores de la realidad y se dispone esperanzadamente a dar respuestas educativas a los mismos.

Desde este contexto inspiracional, ofrecemos un planteo educativo que tiene al agua como centralidad, como eje nodal, desde el que se pueda articular y resignificar la enseñanza de las Ciencias Naturales y de la educación ecológica en particular (nos parece más adecuado el término "ecológico" que "ambiental"; vivimos en una única "Casa", en un único *Oikos*, de allí la adjetivación); y al agua y los ecosistemas acuáticos, inmersos en un eje principal que vertebre y guíe este camino educativo con el insumo de estas ideas experienciales y teóricas que proponemos aquí. Dicho eje, es el respeto a la vida en todas sus formas, y a esta como "Trama" que interrelaciona a todos los seres vivos en nuestra Biosfera. La persona humana es parte de la Trama y tiene la responsabilidad del cuidado y respeto por esta. Y la educación, debiera tener la tarea de *educere* (guiar para sacar afuera), ayudar a "hacer salir" las capacidades más positivas, más bellas, para la construcción de otro modo humano de habitar la Tierra.

A continuación, presentaremos unas consideraciones sobre la llamada "educación ambiental" y las etapas que se debieran considerar en el des-

arrollo de esta. Luego, introduciremos dos enfoques y experiencias didáctico-pedagógicas como propuestas para trabajar las temáticas de los ecosistemas acuáticos vistas a lo largo del libro. Por un lado, resumiremos los principios generales y pautas de trabajo que plantea la propuesta de la “*Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela*” (EEPE)¹ y la aplicación del Ciclo de la Indagación (Arango y col. 2009, Feinsinger y col. 2020). Por otro lado, en el subtítulo “*El río como aula a cielo abierto*” sintetizaremos un cúmulo de conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la praxis educativa sobre ambientes acuáticos a lo largo de más de una década de trabajo en escuelas rurales de montaña y sus arroyos y ríos cercanos, junto a docentes y estudiantes de distintas edades en las provincias de Tucumán, y recientemente en Córdoba. Nuevamente resaltamos que este capítulo busca mostrar experiencias enriquecedoras que pudieran servir de bastón de apoyo, de ayuda a docentes que deseen comenzar, o seguir abordando, las temáticas acuáticas en particular o ecológicas en general con sus estudiantes. Los invitamos a innovar, crear o adaptar estas propuestas a las realidades y contextos que cada docente y estudiantes vivan. Finalmente, deseamos compartir una sensación común, evidenciada por igual para quienes hemos trabajado en los ríos, ya sea con una u otra propuesta educativa, y es la sorpresa que experimentamos y experimentan las y los estudiantes al “descubrir un micro-mundo dentro de los ríos”. Luego de experimentar este descubrimiento, los arroyos, ríos y demás ecosistemas acuáticos dejan de ser sólo una corriente o cúmulo de agua, para pasar a verlos como lo que son, más bien un mundo de agua vivo en sí mismo.

Algunas consideraciones previas sobre la llamada “Educación Ambiental”.

En el 2021 se promulgó la Ley para la Implementación de la Educación Ambiental Integral N°27.621 en la República Argentina; sin embargo, a pesar de contar con este marco legal de referencia, las prácticas de Educación Ambiental, que efectivamente se desarrollan en las escuelas, continúan careciendo de un abordaje interdisciplinar y transversal. Achkar, Domínguez y Pesce en el año 2007 señalaban que, en la educación primaria, ésta ha estado ligada, la mayoría de las veces, a la celebración de una efeméride relevante para el ambiente, como es el cinco de junio -

1- Próximamente se modificará su nombre a “Enseñanza-Aprendizaje de la Ecología en el Patio de la Escuela” (EEPE) (Feinsinger com. pers.)

Día del Ambiente-, y/o el 22 de marzo por el Día del Agua. En esas fechas es frecuente observar la elaboración de cartelera con la que se pretende concientizar en relación al valor de los recursos naturales, clasificándolos en renovables y no renovables, realizando prácticas de reciclaje, alfabetización científica y/o trabajo en la huerta escolar. Prácticas puntuales y esencialmente disciplinares; todas ellas desde una perspectiva ecocéntrica, con una visión del ambientalismo determinista y catastrofista de la relación hombre - naturaleza.

¿Qué tan significativas son estas prácticas para los niños y las niñas? Pareciera que la urgencia que los conflictos y problemas ambientales traen de forma intrínseca, nos llevan a olvidarnos de lo importante que es para la infancia tener la oportunidad de amar al ambiente, de hecho, se trata de darles la oportunidad de amarse a sí mismos pues todos y todas somos configuradores de ambiente. David Sobel (1996) nos plantea esta idea en su texto "Más allá de la ecofobia - poniendo el corazón en la educación natural", en el cual describe el concepto de la ecofobia y el riesgo que supone plantear un acercamiento al ambiente a niñas y niños partiendo desde mensajes negativos y alarmistas. En su lugar, propone no plantear ninguna tragedia ambiental hasta por lo menos los 9 o 10 años y generar en las y los pequeños, experiencias positivas con el ambiente a través del contacto con la naturaleza local. Luego avanzar gradualmente en la problematización del tema ambiental durante la adolescencia.

Las disciplinas requieren de un acondicionamiento didáctico al momento de enseñar y/o aprender alguno de sus contenidos constitutivos. Ningún docente niega la importancia de la didáctica específica de la Matemática o de la didáctica de la Lengua; sin embargo, poco se sabe sobre la didáctica de la Educación Ambiental. Por ello en esta sección buscaremos aportar a la didáctica específica de este campo del conocimiento con la intención de abonar a la construcción de una Educación Ambiental -en adelante la llamaremos Educación Ecológica (EE)- socio-crítica y sensible.

La EE como herramienta pedagógica, ética y política, que promueve el respeto por la diversidad biológica y cultural, implica una formación continua durante toda la vida del sujeto, siendo especialmente la infancia un momento muy significativo. Por ello, presentaremos aquí distintas etapas de la EE divididas idealmente en los primeros tres septenios de vida del sujeto; los estancos etarios que aquí describiremos no son rígidos pues eso desconocería la singularidad de cada aprendiz y dejaría inmovilizados a quienes no he-

mos desarrollado la primera etapa siendo ya adultos. Será tarea del educador/a reconocer en qué estado se encuentra cada individuo.

La primera de las etapas es la **EMPATÍA**, se corresponde con el primer septenio de vida del sujeto y en ella se debe generar la construcción de espacios para que sea posible establecer un vínculo entre la niña/o y el ambiente. Aprender a amarlo antes de preguntarles o exigir soluciones para sanar sus heridas. Inuitar a oler flores, tocar las texturas de las hojas, escuchar cantos diversos y jugar con arena puede ser un buen comienzo.

La segunda etapa se denomina **EXPLORACIÓN**, la adjudicamos al segundo septenio; se invita a propiciar procesos de exploración del ambiente generando instancias cognitivas que expliquen cómo funcionan los sistemas. Apreciar el cielo diurno y nocturno, realizar mapas de nubes, construir cuidadosamente refugios en los árboles, hacer herbarios, elaborar tintes naturales, realizar avistamiento e identificación de aves, hacer uso de guías taxonómicas, lectura y creación de poemas en relación al ambiente, búsqueda de anfibios en los charcos y cursos de agua, buscar y replicar huellas de mamíferos, pueden ser actividades beneficiosas en esta etapa.

En estas dos primeras etapas se aspira a desarrollar una sensibilidad hacia el ambiente y una aproximación a conocerle a través de los sentidos, buscamos dejar de imponer a la infancia la mirada racionalista de Descartes “pienso, luego existo” para dar lugar al “siento, luego existo” y abrir la creatividad a posibles variantes: “danzo, luego existo”; “canto, luego existo”; “observo, luego existo”; “modelo, luego existo” entre muchas otras. ¡Dejémonos sorprender!

Por último, la tercera etapa es la **ACCIÓN**, se corresponde con chicos y chicas que ya asisten a la escuela secundaria y que necesariamente ya hayan pasado por las etapas anteriores. Es decir, ya quieren y conocen al ambiente. Recién aquí se puede introducir a problemáticas ambientales reales presentes en los territorios; es importante estimular la perspectiva multiescalar y la participación ciudadana. Se recomienda el acercamiento a conflictos y/o problemas a través del análisis de casos, construcción colectiva de cartografía, así como participación en movilizaciones y asambleas locales. Si bien no se trata ya de niños y niñas, no debemos desconocer que abordar, por ejemplo, temáticas como cambio climático, pérdida de biodiversidad y contaminación con micro plásticos puede causar estrés, ansiedad y angustia en las personas participantes. Pero generalmente, después de someterse a una gran cuota de estrés, las comunidades suelen responder con enormes cantidades de ayuda mutua. Esto se verifica a través de la observación di-

recta en cómo ha respondido la gente a lo largo de la historia frente a acontecimientos catastróficos: inundaciones, incendios, terremotos, entre otros terribles fenómenos. Es como si esa presión socio-ambiental terminara traducándose en una voluntad de ayudar al otro, al ambiente, a sí mismos.

Antes de finalizar esta sección es importante señalar tres aspectos comunes y transversales a todas las etapas antes mencionadas. En primer lugar, la importancia de la actividad lúdica. El JUEGO como actividad natural y creativa que permita construir y potenciar espacios estimulantes de enseñanza y aprendizaje desde el disfrute, el cariño y la curiosidad. El juego involucra al sujeto de manera integral; además, cuando jugamos tenemos la posibilidad de generar espacios para internalizar normas y valores culturales / ambientales.

El segundo lugar es para la COOPERACIÓN como alternativa a la competencia y al individualismo egoísta, tan presente en nuestra coyuntura actual, ese que se nos impone desde la dimensión económica. Se invita a proponer propuestas que impliquen la cooperación entre pares para alcanzar un fin común que en el futuro podría traducirse en participación ciudadana en búsqueda de conservar y defender sus bienes comunes².

Y por último, y no por ello menos importante, la inclusión de la expresión artística; el ARTE que va más allá de la búsqueda de placer o del conocimiento experto. Tomando los aportes de Dewey (1949), consideramos que la esencia del arte no está en los artefactos mismos, sino en la experiencia a través de la cual han sido creados y mediante la cual son percibidos y usados. Tal como lo plantea Patricia Noguera (en Castro y col. 2017), el arte nos permite vincularnos con el ambiente a través de la poesía, del cine, la pintura, la mitología, la fotografía, la música, la danza, la literatura; evidenciando nuevos caminos y nuevas formas de enseñar lo ambiental que nos hacen pensar que - aunque tengamos mucho trabajo por hacer - mientras haya colores y sonidos en el mundo hay cabida para mejores presagios.

El Ciclo de Indagación y la EEPE como herramientas para la enseñanza-aprendizaje de los ecosistemas acuáticos.

La Enseñanza-Aprendizaje de la Ecología en el Patio de la Escuela (conocida como la EEPE y próximamente como AEPE) es una propuesta peda-

2- *“Los elementos naturales útiles para las actividades humanas serán, según sea el caso, un recurso al que se puede acceder o un bien común al que es necesario valorar por encima de cualquier otro valor, como por ejemplo el lucro y la acumulación” (IVARS 2013: 91)*

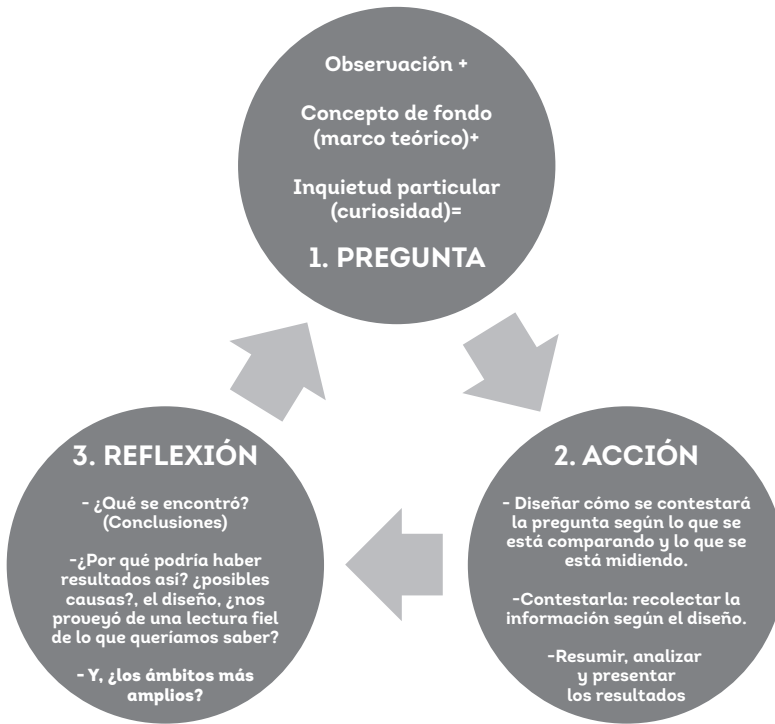


Fig. 1. Ciclo de la Indagación. Etapas: La Pregunta, Acción y Reflexión (Feinsinger y col. 2020).

gógica-didáctica de aprendizaje basada principalmente en la experiencia propia de las y los estudiantes en su espacio local y utiliza como base la indagación a través de dos métodos científicos entendibles y prácticos (pero no por eso menos rigurosos) llamados el Ciclo de la Indagación (CI) y el Ciclo de Indagación Aplicada (Arango y col. 2009, Feinsinger 2013, Feinsinger y col. 2020).

A través del CI, docentes y estudiantes elaboran preguntas sobre su entorno natural, social y cultural y las responden a partir de una acción concreta de toma de datos, desarrollando experiencias propias “de primera mano”, en la cual obtienen resultados que intentan responder la pregunta original. Finalmente, el grupo de trabajo reflexiona sobre los resultados obtenidos, sobre el proceso de toma de datos y sobre la implicancia de los resultados, tanto en su lugar y tiempo, como en otros contextos, cuestión que, generalmente, desencadena nuevas preguntas que podrán iniciar una nueva vuelta del ciclo (Fig. 1).

La Pregunta

La propuesta de la EEPE hace especial hincapié en poner en valor el punto de vista local y la valorización de las experiencias y conocimientos previos de los y las estudiantes (Santos 2019). Es por esto, que la primera etapa del CI es quizás una de las más importantes, la de formular “La Pregunta”. Esta etapa está conformada por cuatro sub-etapas o momentos: *la Observación; el concepto de fondo, la inquietud particular, y la Pregunta de Investigación* propiamente dicha.

El proceso de observación es fundamental para comenzar a practicar este ejercicio con las y los estudiantes y estimular su curiosidad. *La Observación* evoca algún concepto o conocimiento que se aprendió previamente y que ya está dando vueltas en la mente. Si se hace conscientemente, a menudo este pensamiento toma la forma de: “Por lo general, a través del mundo el proceso o fenómeno X podría causar el resultado Y” o “Por lo general, Y varía según cambios en el proceso o fenómeno X”. Este es el Concepto de Fondo. Junto con la *Observación*, el *Concepto de Fondo* nos conduce a la *Inquietud Particular* (inquietud local basada en lo que observamos en nuestro espacio y tiempo), y de ahí a la *Pregunta de trabajo*, la cual debe cumplir con cinco pautas y precisar *lo que se comparará y lo que se medirá*, para que sea una pregunta contestable a partir de la toma de datos.

Cinco Pautas para la Elaboración de Preguntas de trabajo

1. Que se pueda contestar en un determinado tiempo: para saber si podremos contestar la Pregunta de trabajo nos planteamos ¿QUÉ INFORMACIÓN VAMOS A REGISTRAR EN LA HOJA DE DATOS AL LLEGAR A UNA UNIDAD DE LO QUE ESTAMOS COMPARANDO? (identidad del macroinvertebrado, rastros, dureza del suelo, distancia, tiempo, color, peso, longitud, intensidad de herbivoría, parásitos internos, etc.). Si podemos especificar esto y la tarea está a nuestro alcance, entonces la Pregunta sí es contestable. Es por esta razón que (a) las preguntas que empiezan con un “¿Por qué ...?” u otra frase con significado parecido (por ejemplo “¿a qué se debe ...?”, “¿cuáles factores han incidido en ...?”), *son difíciles de contestar* con mediciones u otros registros a nuestro alcance. Para contestar un “¿por qué?” debemos conocer sucesos del pasado, y no podemos observar hoy los sucesos del pasado. Lo mismo sucede con (b) *preguntas reflexivas* o sea las que expresan deseos, opiniones, suposiciones, etc. No se pueden contestar con registros directos.

2. Que sea COMPARATIVA: cuando hacemos alguna investigación para

ampliar (construir) el conocimiento conceptual, para poner a prueba nuestro razonamiento o las preconcepciones, para satisfacer la curiosidad mientras despertamos otra, para buscar alternativas a fin de solucionar una preocupación, obtendremos los mejores resultados si la Pregunta se fundamenta en una *comparación*. Por eso es imprescindible construir *Preguntas comparativas* donde debe notarse o implicarse la idea de lo que queremos comparar y la razón del porqué comparar, el *Concepto de Fondo*. Si elaboramos una pregunta donde no comparamos, resulta que nos perdemos de mucha información y mucho seguimiento interesante o importante. No podemos reflexionar mucho más allá de los datos en sí y no surgen del estudio nuevas ideas que conduzcan a otras indagaciones. En cambio, una pregunta comparativa resulta en reflexiones ricas y diversas, incluyendo propuestas (especulaciones) de las posibles causas de lo que encontramos, especulaciones sobre lo que podría suceder en otros lugares, tiempos y escalas y las ideas semilla de muchas otras indagaciones.

Por ejemplo, “¿Cuáles tipos de organismos existirán en este sector del río con piedras cercano a la escuela?” es una pregunta contestable pero no comparativa. Para construir la Pregunta no se pensó en conceptos más amplios que hacer una lista de las especímenes encontrados. El problema es que le falta un Concepto de Fondo. Por lo tanto, será difícil reflexionar sobre el significado más amplio de los resultados obtenidos. Sólo sabremos de ellos en un sector del río con piedras. Pero podríamos además investigar en los sectores del río con arena, sospechando que para las especies no sea lo mismo vivir en zonas con piedras y en zonas con arena o pocas piedras. Esta sospecha nos brinda el Concepto de Fondo de la comparación: que algunos especímenes podrían preferir las piedras (hábitats, escondite, algas sobre las piedras para alimentarse) y otros la arena (para enterrarse y filtrar). Así la Pregunta podría ser “¿Qué tipos de organismos existirán en los sectores del río con piedras y cuáles en los sectores con arena?” (o, “¿Cómo varían las identidades de los encontrados, entre los sectores con piedras y los sectores con arena?”) Estamos comparando varios sectores de un ambiente físico (sustrato rocoso) con varios de otro ambiente físico (arenoso) y en cada uno “medimos” la identidad de cada ejemplar encontrado (es decir, registramos su nombre). Además de conocer las identidades de los especímenes encontrados en los sectores de uno y otro ambiente, podremos reflexionar mucho del porqué podrían haber resultado las diferencias y semejanzas que llevaron a desarrollarse en diferentes sectores del río.

3. Que sea COHERENTE: muchas veces, al llegar al paso de la Pregunta terminamos inconscientemente comparando y/o midiendo elementos que no se mencionaron (directa o indirectamente) en la secuencia (*Observación, Concepto de Fondo, Inquietud Particular y Pregunta*) o que sólo se mencionaron en parte de ella. Esto nos lleva a perder la coherencia de la Pregunta. De tal manera, la quinta pauta nos lleva a realizar un repaso por la secuencia completa y hacer los ajustes necesarios para que la Pregunta surja de una secuencia coherente.

4. Que sea SEDUCTORA o ATRACTIVA (que será interesante invertir el tiempo y esfuerzo en contestarla): si (a) ya sabemos la respuesta y ni siquiera tenemos que recolectar ninguna información nueva para comprobarla, la Pregunta de trabajo es obvia y no será interesante seguir una indagación. De otra manera, si (b) para contestar la Pregunta tendríamos que realizar un trabajo muy pesado o muy aburrido, tampoco será interesante seguir más allá.

Ejemplo: a.- ¿Hay más insectos acuáticos en la quebrada o en el medio de la cancha de baloncesto? (El contestar esta Pregunta por recolectar información nueva no nos seduce mucho.) b.- ¿Cuál será la diferencia en el número total de insectos encontrados a través de todo el follaje de un árbol, entre los tres eucaliptos grandes y los cuatro pinos grandes del patio? (Aunque la Pregunta cumple bien con las pautas 1 y 2 y además no sabemos la respuesta sin recolectar vastas cantidades de información nueva, no nos seduce mucho la perspectiva de recolectar dichas vastas cantidades.)

5. Que sea DIRECTA Y SENCILLA: que se ENTIENDA, que NO NECESITE EQUIPOS CAROS O DIFÍCILES DE CONSEGUIR y que NO INTENTE PONER A PRUEBA MUCHOS FACTORES A LA VEZ: por lo menos, la Pregunta debe evitar el lenguaje Científico y no debería requerir cualquier equipo o material caro y complicado. Si la Pregunta no puede presentarse en el lenguaje cotidiano, para que todos puedan entender lo que se quiere investigar, o si el proceso de contestarla requerirá de equipos caros y/o fuera de nuestro alcance, no vale la pena seguir tratando de realizar la indagación.

La Acción

Una vez ajustada y definida la pregunta de investigación para que cumpla con las 5 pautas mencionadas, será el momento de pasar a la etapa de la "Acción". Es imprescindible *diseñar* el estudio antes de empezar a tomar datos. ¿Cómo se define "*diseñar*"? Hay dos definiciones complementarias. (1) El *diseñar* es el proceso de ajustar la recolección de datos según lo que

las palabras de la Pregunta mandan...o, de ajustar las palabras de la Pregunta según lo que la recolección de datos permite. (2) El *diseñar* es la búsqueda de la lectura más fiel de lo que queremos saber. Define en detalle cómo será el trabajo de campo, la toma de datos y su posterior análisis, la reflexión y la presentación. Diseñar la Acción siempre lleva a revisiones y ajustes de la Pregunta aún más allá de lo requerido por el esquema fundamental de las cinco pautas. En todas las investigaciones que siguen el Ciclo de Indagación o el Ciclo de Indagación Aplicada, aún en los estudios de los estudiantes más pequeños con preguntas relativamente sencillas, es imperativo diseñar cómo se contestarán.

El proceso de diseñar el trabajo consiste en una secuencia de varios pasos ordenados. El paso 1 es fácil pero importantísimo. Hay que precisar y agregar a la Pregunta si no estaba *el ámbito preciso del estudio en el espacio y el tiempo*. Los demás pasos, todos igualmente imprescindibles, son más desafiantes. Aquí no hay espacio para detallarlos. Se puede encontrar un proceso de diseño adecuado, aunque no bien actualizado, en las páginas 28 – 46 de Arango y col. 2009, en Feinsinger 2003 y una versión actualizada en el capítulo S.4 de Feinsinger & Ventosa Rodríguez 2014. Estos y otros recursos bibliográficos pueden encontrarse en la Bibliografía de la página web <https://info.csnat.unt.edu.ar/investigacion/institutos/ceyaci>. Además, un nuevo texto de la EEPE, actualmente “en trámite”, se sumará a la página en el 2023.

La Reflexión

La tercera etapa del CI es la Reflexión. Este proceso se completa a través de la discusión de *lo que podría ser* a partir de *lo que es* (lo que encontramos en los resultados de la investigación, realizada según el diseño). Este tercer paso, por lo tanto, es imprescindible llevarlo a cabo y hacerlo de forma completa. Para los y las científicas 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. La Reflexión empieza por una pregunta “puente”: *¿qué encontramos?* (ver Fig. 1). Con base en las respuestas a esta pregunta (es decir, *lo que es*) comenzamos a pensar en *lo que podría ser*. Las preguntas *¿por qué podría haber pasado así?* empiezan a surgir. Se articulan las ideas de nuevas indagaciones. Surgen más inquietudes. ¿La forma de re-

coger 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 arroyo cercano a la escuela? ¿Qué podrían significar los resultados obtenidos en el arroyo con respecto a lo que vemos alrededor de nuestra escuela, en nuestro entorno más amplio? ¿Será posible que la respuesta que obtuvimos en el arroyo de la escuela sea la misma para un evento semejante en lugares diferentes? Finalmente, el proceso de la reflexión, implícita o explícitamente llevará a nuevas inquietudes que podrán desencadenar nuevas preguntas y nuevas vueltas del ciclo para ampliar lo investigado y abordar otros temas relacionados desde otros aspectos (ver páginas 46-48 de Arango y col. 2009 y Feinsinger 2014).

El río como “aula a cielo abierto”

En el área de la didáctica de las Ciencias Naturales, la realización de actividades investigativas hace referencia al ejercicio de una amplia gama de tareas que implican el uso de procedimientos científicos orientados a la indagación, que involucran metodologías, tanto de tipo experimentales como observacionales (Del Carmen 2000, Meinardi 2010). Este tipo de actividades permite observar los fenómenos naturales directamente, aplicando los conceptos trabajados en el aula a partir de modelos de la realidad y pueden contribuir a generar actitudes, procedimientos y conceptos bio-ecológicos que faciliten la comprensión e interpretación del medio natural. Los trabajos en aulas a cielo abierto son acciones que los educadores pueden brindar para sus estudiantes, ya que no solo amplían el aprendizaje y la experiencia de estos, sino que también aumentan la comprensión del medio en el que viven.

La introducción del estudio de los ecosistemas fluviales en el aula permite la adquisición de conocimientos científicos básicos y genera un ambiente de reflexión sobre cómo nuestras acciones afectan la conservación de los bienes naturales y el bienestar humano. Para la educación ecológica, la experiencia inmersiva o desarrollo de vivencias en la naturaleza se considera un importante punto de partida, ya que son oportunidades que requieren intimar con el fenómeno biológico estudiado (por ejemplo, vuelos nupciales de insectos acuáticos) de manera precisa, sin perder rigor conceptual, y con el agregado de transferencia simultánea de saberes al mayor número de personas posible. Cada estudiante observa el entorno natural y crea su propio significado relevante como experiencia, y esto le ayuda a jugar, rela-

cionar e interactuar con conceptos o actividades imposibles de desarrollar en el aula. En este caso, el muestreo de los macroinvertebrados acuáticos para usar como indicadores biológicos (Capítulo 7), constituye una buena herramienta para conocer el estado de los ríos de una forma integrada, del mismo modo que para sensibilizar a los ciudadanos sobre la calidad de los ríos que tienen en sus cercanías. Los arroyos montanos de Yungas en Tucumán son privilegiados a nivel mundial en virtud de su diversidad biológica, pero están expuestos a riesgos de pérdida de la misma por el uso no planificado de las cuencas que incluye, entre otras cuestiones, avance de especies exóticas sobre la matriz de vegetación nativa (por ejemplo, ligustro y acacia negra).

La cercanía de las escuelas rurales de Tucumán a diferentes cursos de agua inspiró en el año 2009 la iniciativa “Aprendiendo a cuidar el agua, aprendemos a cuidar a toda la vida”, una acción conjunta entre el IBN (Instituto de Biodiversidad Neotropical, CONICET-UNT) y la asociación civil Hermanos de la Tierra, a través de un convenio con el Ministerio de Educación de la Provincia de Tucumán (Emmerich y col. 2016). Alumnos y alumnas que asisten a diferentes escuelas de Tucumán pudieron estudiar Ciencias Naturales en aulas a cielo abierto durante las salidas guiadas. Y no solo eso, también aprendieron a determinar el grado de contaminación de ríos y arroyos cercanos a sus escuelas con la búsqueda y clasificación de los insectos que encuentran en ellos y la aplicación de bioindicadores, por ejemplo, el IBY-4 (Dos Santos y col. 2011, Emmerich y col. 2016, Dos Santos & Reynaga 2014, Capítulo 7). Estas tareas de educación ecológica fueron sometidas a un estudio estadístico para ponderar el efecto del uso de bioindicadores como herramienta pedagógica. En este sentido, se realizó una encuesta a alumnos y alumnas que participaron de los talleres de educación ambiental y otros que no tuvieron esa oportunidad. A pesar de pertenecer al mismo contexto socio-cultural y poseer igual oportunidad de acceso a los ríos, los niños con capacitación y sin capacitación tuvieron diferentes actitudes frente a la problemática de la contaminación: los primeros creen necesaria la prevención para evitar la contaminación; los segundos, que basta con limpiar o remediar lo dañado (Fig. 2).

La enseñanza de la biología debe ser viva y práctica, cualquier tema que se estudie en clase se convierte en nuevas habilidades a través de la investigación directa y la vivencia inmediata. La relevancia de las experiencias de aulas a cielo abierto es clave para facilitar la reflexión en la ense-

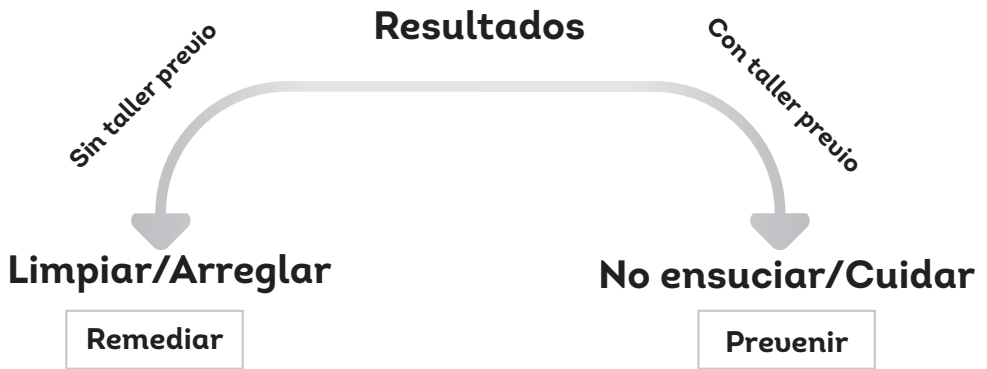


Fig. 2. Aproximarse a un río y entrenarse en el reconocimiento de su entomofauna tuvo efecto en los asistentes a los talleres sobre su percepción del ecosistema acuático, y las actitudes tendientes a su conservación son del tipo participativo/preventivo.

ñanza de las ciencias (ver al final del Capítulo Fig. 3). Por ejemplo, pueden formularse finalidades de esta de carácter útil y eminentemente práctico (conocimientos de ciencia que pueden hacer falta para la vida cotidiana). Las prácticas educativas en los espacios no formalizados, tales como los ríos o arroyos, pueden ser un excelente medio para despertar la curiosidad de los alumnos/as, dejando de lado su tradicional papel de meros receptores pasivos hacia una actitud más activa en su proceso de aprendizaje.

La experiencia en Córdoba

Esta experiencia, iniciada en Tucumán en 2009, se comenzó a llevar a cabo desde fines de 2021 en Traslasierra (Córdoba) por uno de nosotros. Se invitó a tres escuelas primarias y se planteó trabajar con los grupos de 5to y 6to grados. La propuesta fue presentada en un taller a todo el equipo docente de cada una de las mismas; entendemos que, si los docentes no se motivan y se involucran, se pierde el principal insumo para llevar adelante el proyecto y la continuidad del mismo. Creemos que un docente no está acabado en su formación, siempre aprende al enseñar (Freire 1994) en el camino que transita con los y las estudiantes; y es fundamental que esa actitud sea la motivadora de esta inmensa tarea que cada escuela lleva adelante. Volviendo a este caso cordobés, se convocó a neoprofesores de biología como voluntarios, significando un espacio de formación permanente y compromiso educativo no formal en estos intentos que atraviesan la propuesta.

La salida al río o arroyo (ver al final del Capítulo Fig. 4), la observación de los organismos, los aportes teóricos posteriores, fueron motivadores para profundizar y generar un trabajo en la Feria de Ciencias local. Se ayudó a los grupos a plantearse la continuidad del trabajo en esta modalidad que anualmente se lleva a cabo, del mismo modo que se orienta a las docentes a integrarlas desde una concepción de transversalidad horizontal y vertical. Entendemos que esto último, propenderá a resignificar la enseñanza de las Ciencias Naturales en los proyectos educativos locales. Queremos ofrecer algo más de lo propuesto en Córdoba (y que supone la actitud que se plantea a los y las alumnas en estos espacios de aula a cielo abierto, la de otro abordaje-mirada humana posible y necesaria.) Se propuso una oración-pedido de permiso a la Madre Tierra, se explica que no somos dueños, que nos debemos acercar con respeto al río, al árbol, al bosque, etc. Pues queremos conocerlos mejor, aprender a mirarlos y valorarlos, estudiar para reconocerlos parte de una gran Casa adentro de la cual estamos conviviendo toda la humanidad.

El texto, muy simple, es este, cada escuela puede elaborar el suyo, el que mejor exprese esta intencionalidad pedagógica que proponemos transversalmente: *“Pachamama, Madre Tierra, gracias por tu hermosura! Te pedimos permiso para buscar en el arroyo los animalitos que allí tienen su “casa”; queremos conocerlos para aprender a cuidarlos y cuidar nuestros arroyos. Ayúdanos a aprender a cuidarte y respetarte en el agua, en el monte y en todo lo que vive...”* Y agregamos una nota de color: los chicos cuando llegaron al río, ¡se lo sabían de memoria!



Ampliar los conocimientos del entorno próximo

Incluye los procesos, sistemas, funciones, mecanismos u otros caracteres biológicos subyacentes a los seres vivos que abarcan su morfología, distribución e interacciones.



Obtener recursos que puedan aplicar

Siendo capaces de indentificar y solucionar problemas ambientales, fomentando el interés en la participación y mejora del medio.

Fig. 3. Realizar actividades en grupo en la naturaleza crea un sentimiento de pertenencia al mismo, donde se propone al alumnado un viaje por cada uno de los sentidos del ser humano a través de la interacción con el espacio, descubriendo los beneficios que nos aporta la naturaleza; vivir de forma experiencial, cómo nuestros cinco sentidos nos permiten alertar del deterioro del entorno y combatirlo con hábitos de cuidado del planeta.



Adquirir competencias ecosociales

Para gestionar de la mejor manera actividades que les permitan transitar hacia una ciudadanía más consciente y responsable con el medio ambiente.

Desde lo experimental
Enseñando la ciencia desde
conceptos más cercanos a la
vida cotidiana de los estudian-
tes, estos pueden motivarse,
interesarse más por el tema y
trabajar con más entusiasmo
para asimilarlo.



Hacia un pensamiento
crítico

Los estudiantes puede razonar
críticamente las problemáticas,
retos y cambios que actual-
mente afronta nuestro plan-
eta. Al mismo tiempo que se
confiere relevancia social a la
enseñanza de las ciencias, se
contribuye a concientizar a los
estudiantes de los problemas
sociales que los rodean, brin-
dando herramientas o pautas
para sus solución.



Fig. 4. La enseñanza en espacios abiertos es una de las estrategias que podemos encontrar para que niños y niñas aprendan, disfrutando de su entorno de manera más cercana, más motivante, más sana, más respetuosa y más beneficiosa en todos los sentidos, reconociéndose en la diversidad y creando escenarios para la opinión.



Fig. 5. Actividades con escuelas primarias en ríos de Traslasierra, Córdoba.



TÍTULO/TEMA

Vuelta completa de Ciclo de la Indagación con pregunta sobre calidad ecológica del agua medida con bioindicadores.

OBJETIVOS/INTENCIÓN PEDAGÓGICA

Vuelta completa de Ciclo de la Indagación con pregunta sobre calidad ecológica del agua medida con bioindicadores.

- Analizar la calidad ecológica del agua del arroyo o río más cercano a la escuela.
- Conocer la fauna de invertebrados acuáticos locales.
- Identificar fuentes de impacto sobre el arroyo/río más cercano a la escuela.

La intención de esta ficha es ofrecer un ejemplo concreto para el desarrollo del ciclo de Indagación. Cada docente, cuando lo ponga en práctica, tendrá que considerar todos los ítems que aquí no colocamos (otros OBJETIVOS, MATERIALES NECESARIOS; DESARROLLO SECUENCIAL, PROCEDIMENTAL Y TIEMPO ESTIMADO; EVALUACIÓN; CONTINUIDAD Y ARTICULACIÓN)

Etapa 1: La pregunta.

■ **Observación:** las y los estudiantes de la escuela X han observado que el arroyo/río/canal cercano a su escuela pasa por una zona del pueblo en la cual arrojan basura.

■ **Concepto de fondo:** por lo general, la calidad ecológica del agua de ríos y arroyos se ve afectada al atravesar zonas de basurales o de vertido de residuos. La calidad ecológica de estos ambientes acuáticos puede ser medida a través de la presencia o ausencia de determinados especímenes en el río/arroyo (bioindicadores).

■ **Inquietud particular:** ¿será que la calidad del agua del arroyo cercano a la escuela disminuye luego de que el arroyo atraviesa el basural del pueblo?

■ **Pregunta:** En el día X, en el arroyo X cercano a la escuela X, ¿Cómo varía la calidad ecológica del agua medida con la presencia/ausencia de organismos bioindicadores entre una zona del arroyo aguas arriba del basural y una zona del arroyo aguas abajo del basural?

Etapa 2: la acción.

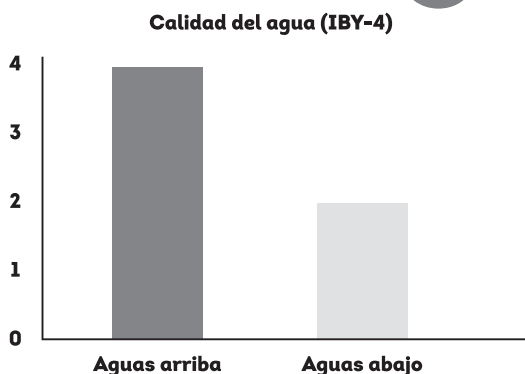
Para contestar una pregunta como la planteada arriba, se podría plantear un diseño de toma de datos en campo en el cual se seleccione un sitio aguas arriba del basural y otro, aguas abajo (lo suficientemente lejos como para que las y los estudiantes no estén en contacto directo con la basura y contaminantes, pero lo suficientemente cerca para que la influencia del basural sobre el arroyo no se mezcle con la influencia de otros factores de impacto, como por ejemplo agricultura)





En cada sitio se organiza una salida de campo para tomar datos y coleccionar muestras en tres zonas distanciadas unos 50 metros entre cada una y con similares características físicas (sustrato, velocidad del agua, etc.). Luego, en el mismo sitio o en la escuela, utilizando lupas, podemos identificar a los organismos encontrados. Una vez que se logra confeccionar una lista de los especímenes hallados en cada sitio por separado, en una tabla

podemos realizar el cálculo de la calidad del agua según distintos índices adaptados para cada región. Para el caso de arroyos de montaña de Yungas y Chaco Serrano se puede utilizar el índice IBY-4 (ver capítulo 7). Este índice es muy sencillo y, según la presencia de todos o algunos de los 4 taxones propuestos en la ruedita, se puede clasificar la calidad del agua. Este último resultado puede ser presentado en gráficos de barra, como en el ejemplo.



Etapa 3: La Reflexión.

Para la reflexión el grupo de trabajo debe reunirse a discutir sobre sus hallazgos e ir redactando algunas líneas orientadoras para presentar su reflexión. Como ya se ha descrito en el capítulo, esas líneas pueden ser guiadas por preguntas disparadoras. La primera pregunta de la reflexión suele ser ¿Qué encontramos? Y la respuesta siguiente es una recapitulación de los resultados encontrados ("lo que es"). A partir de esta recapitulación de los resultados pueden pasar a reflexionar sobre "lo que podría ser". En esta instancia las y los estudiantes pueden discutir sobre las implicancias de sus hallazgos: cómo puede repercutir la calidad ecológica del agua en la calidad de vida de ellos y ellas o de pobladores cercanos; preguntarse por qué podrían haber resultado así, si es que la metodología empleada fue apropiada para evaluar lo que querían evaluar; qué pasaría en otros contextos, y finalmente, qué soluciones podrían proponerse para abordar la problemática de la contaminación del agua de ríos y arroyos. La reflexión de una pregunta como la que estamos planteando puede abrir una discusión y debate muy interesante acerca de las consecuencias que nuestros actos como especie pueden tener en los ecosistemas acuáticos y sobre los cambios que podemos proponer al respecto.

Nota: Este tipo de preguntas orientadas a fenómenos como la contaminación, son recomendadas para realizar con grupos de estudiantes de edades medias a adolescentes (entre 10 y 18 años o más) dado que implican una problematización que podría dar lugar al fenómeno de la "ecofobia" (Sobel 1996). Para grupos de edades menores se podría adaptar la pregunta con otros factores de comparación más relacionados al medio físico como tipo de sustrato, exposición a la luz, etc.