

Mi cuenca, mi hábitat: experiencia de extensión universitaria en una escuela rural

María Elicia Mac Donagh¹, Delfina Aguiar Juárez², Germán Tettamanti³, María Ayelén Lutz⁴, Melina Alicia Velasco⁵, María Emilia Pérez⁶, María Victoria Sierra⁷ y María Isabel Delgado⁸

Introducción

En el mundo actual, cada vez más ciudadanos están interesados en las problemáticas ambientales y sienten la necesidad de actuar, de opinar y de exigir a los gobernantes una actitud responsable en el manejo de los recursos naturales. Asimismo, desde todos los niveles del ámbito educativo se fomenta que cada uno debe contribuir con su granito de arena, al cuidado de nuestro planeta. Sin embargo, la enseñanza de los contenidos relacionados con las ciencias ambientales es compleja, debido a que se requiere una formación en temáticas muy diversas y una gran capacidad de integración de los contenidos de las distintas áreas. En particular en los temas relacionados con el recurso hídrico, se conectan aspectos de física, biología, ecología, geología y ciencias sociales. Por ejemplo, para poder conversar sobre el ciclo hidrológico, se deben abordar primero, los fenómenos de circulación de las masas de aire en la atmósfera, los movimientos del agua superficial y subterránea; así como todas las posibles fuentes de contaminación del agua.

Por otro lado, las investigaciones científicas que se realizan sobre las distintas problemáticas ambientales, a lo largo de los años, van siendo publicadas en diferentes medios (tales como actas de jornadas, congresos y diversas revistas científicas), pero difícilmente llegan a toda la población. Entonces, sabiendo que la extensión es uno de los tres ejes sobre los que gira la actividad de la Universidad Nacional de La Plata (Estatuto UNLP, 2009), resulta natural que distintos integrantes de esta comunidad que trabajan o han trabajado en una región con incipientes problemáticas ambientales, intenten contribuir al abordaje de estos temas en una instancia de formación básica como es la escuela primaria. El hecho de trabajar con chicos presenta dos ventajas: por un lado, el efecto multiplicador que tiene su mensaje cuando llegan a sus casas y por el otro, que ellos integran una generación que tiene una gran capacidad de cambiar a futuro la mentalidad de la sociedad, fomentando la idea de un desarrollo equilibrado y más amigable con el ambiente.

En este artículo compartimos con los lectores nuestra experiencia de extensión universitaria realizada en una escuela primaria rural en el partido

de La Plata. El equipo extensionista estuvo conformado por docentes, graduados y estudiantes avanzados de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) provenientes de distintas disciplinas. Con este enfoque interdisciplinario trabajamos mediante talleres en el aula el tema del ciclo hidrológico y los impactos del hombre en la cantidad y calidad de los recursos naturales.

La cuenca hidrográfica y su abordaje como una unidad de manejo y gestión

Una cuenca hidrográfica es una unidad territorial conformada por un río y sus afluentes y por el área colectora de sus aguas (FAO, 1988). Dentro de la cuenca, están contenidos los recursos naturales básicos para múltiples actividades humanas, entre los cuales podemos mencionar el agua, el suelo y la biota. Diversas actividades realizadas por el ser humano generan modificaciones, incluyendo la urbanización y la intensificación de actividades tanto agrícolas como forestales. Por ejemplo, pueden causar variaciones en el caudal de los ríos y en la disponibilidad del agua subterránea, alterar las reservas de hábitat para la biota y también modificar la calidad del agua tanto superficial como subterránea.

La gestión moderna de los recursos hídricos implica integrar tanto los aspectos técnicos, como sociales, económicos, legales, institucionales y ambientales. A esta nueva concepción del manejo de los recursos hídricos se la denomina *gobernanza del agua* y se ha difundido a nivel mundial en los últimos años. Sin embargo, el mismo término ha sido usado con distintos significados. Algunos sectores lo entienden como sinónimo de gobierno del recurso hídrico; otros lo definen como el marco normativo que regula al recurso y solo ciertos autores plantean que es un proceso de gestión ambiental que relaciona actividades económicas, sociales y culturales. Esta última acepción está estrechamente relacionada con los impactos sobre los sistemas físico-bióticos y el ambiente (Montoya-Domínguez y Rojas-Robles, 2016). En nuestro país, esta última concepción es la que se ha adoptado formalmente a nivel nacional y provincial en la gestión integrada de recursos hídricos. Esto solo puede llevarse a cabo mediante la coordinación entre

1- mmadonagh@fcnym.unlp.edu.ar. Dra. en Ciencias Naturales. Directora del proyecto de extensión: "El uso del agua en mi cuenca" (SPU), Docente-investigadora en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM, UNLP) y docente en la Maestría en Ecohidrología (UNLP). 2- Licenciada en Biología. Becaria de CONICET y alumna del Doctorado en Ciencias Naturales (FCNyM, UNLP). 3- Estudiante avanzado de la Licenciatura en Biología y docente (FCNyM, UNLP). Integrante de distintos proyectos de investigación. Becario de extensión universitaria en el proyecto "Mi cuenca, mi hábitat". 4- Dra. en Ciencias Naturales. Docente de la FCNyM, UNLP y de la Universidad Nacional de Avellaneda. 5- Dra. en Ciencias Naturales. Becaria posdoctoral de CONICET. Docente en la FCNyM, UNLP. 6- Dra. en Ciencias Biológicas. Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF, UNLP) y Educación Media. 7- Dra. en Ciencias Naturales. Docente en la FCNyM, UNLP. 8- Ing. Forestal, Especialista en Docencia Universitaria y Dra. en Ingeniería. Directora del proyecto de extensión: Mi cuenca, mi hábitat (UNLP). Docente en la FCAyF, UNLP. Investigadora Asistente del CONICET.

diversos actores, incluyendo tanto a las instituciones como a los ciudadanos. La gobernanza otorga un rol protagónico a los ciudadanos en la toma de decisiones: por ejemplo, en la Provincia de Buenos Aires, en el seno de los Comités de cuencas dependientes de la Autoridad del Agua (ADA) se propicia la participación ciudadana en un órgano de consulta. Es por esto que creemos fundamental, contar con ciudadanos formados en las distintas problemáticas ambientales de la cuenca, que defiendan el uso sustentable del recurso hídrico y que sean conscientes de la repercusión de sus acciones sobre su calidad de vida, así como en el ecosistema en general.

Particularmente, en la región noreste de la llanura pampeana más de quince cuencas hidrográficas que desembocan en el Río de La Plata, entre ellas, una de las más grandes y que se encuentra en mejor estado de conservación es la cuenca del arroyo El Pescado. Por sus características geológicas tiene escasa pendiente, gran desarrollo de los humedales en ciertos sectores y una fuerte vinculación entre el agua superficial y subterránea. El agua que circula por el arroyo proviene de los excedentes hídricos (escorrentía) y de los aportes desde el acuífero freático (Kruse et al., 2013), el cual recarga a partir de la infiltración del agua de lluvia (Carol et al., 2012).

La cuenca del arroyo El Pescado (Figura 1), está sufriendo en los últimos años diversas transformaciones en cuanto al uso del suelo. En la cuenca media, se instaló una urbanización improvisada de las áreas rurales, carente de planificación territorial. Por otra parte, en la zona de la cuenca alta se registra un cambio desde la agricultura y la ganadería extensivas hacia la agricultura intensiva (cultivo hortícola bajo invernáculo). Estas nuevas prácticas implican la explotación del agua subterránea para riego y a la vez, representan una fuente adicional de agroquímicos para el ambiente. Debido a la estrecha relación que existe entre el agua superficial y subterránea, las acciones sobre una repercuten necesariamente en la otra.

¿Cómo surge esta propuesta?

La propuesta de realizar proyectos de extensión dentro de la cuenca del arroyo El Pescado surge a partir del trabajo de investigación en el territorio en el cual participamos varios de los integrantes del grupo de extensión, en el marco de dos proyectos de investigación (I+D N° 843, UNLP y PICT 2015-2778, FONCyT). Durante el transcurso de dichas investigaciones, ya habíamos visitado varias escuelas y predios particulares para buscar muestras de agua de distintas perforaciones para consumo humano y riego. Es así que, a partir de este contacto, y a modo de afianzar lazos y brindar algún posible beneficio o retribución hacia la población, surgió la idea de presentarnos a proyectos en convocatorias específicas de extensión universitaria. Así fue que obtuvimos dos subsidios, uno proveniente de la UNLP (Mi cuenca, mi hábitat) y otro de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación (El uso del agua en mi cuenca). Razón por la cual, consultamos



Figura 1. Mapa de la cuenca del arroyo El Pescado. Fuente: Adaptación de una imagen de Google Earth por María Isabel Delgado.

entre las escuelas rurales de la zona sobre la posibilidad de participar en los proyectos y la Escuela Estatal Primaria N° 108 "Juan Martín de Pueyrredón" brindó su consentimiento para desarrollar con ellos los talleres de extensión. Es una escuela de jornada completa, ubicada en la localidad de Ignacio Correas (Partido de La Plata), a la cual concurren 116 alumnos provenientes de Villa Garibaldi, Ignacio Correas y de la zona rural aledaña.

¿Quiénes somos?

En los proyectos de extensión participamos tanto docentes como estudiantes de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo y de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP. Además, conseguimos el apoyo institucional de la Autoridad del Agua de la provincia de Buenos Aires (ADA). Nuestro equipo de trabajo tiene una fuerte impronta interdisciplinaria, dado que está constituido por biólogos, geólogos, geoquímicos, ingenieros agrónomos e ingenieros forestales, con el objetivo general de trabajar junto con los habitantes de la región para construir conocimiento, fortalecer el aprecio sobre la cuenca del arroyo El Pescado y su entorno y concientizar sobre sus problemáticas ambientales. Así fue como planeamos analizar en conjunto y desde distintas perspectivas, las relaciones entre las actividades humanas y el estado de conservación de la cuenca. Por lo tanto, nos planteamos una serie de objetivos específicos y metas a alcanzar (Tabla 1).

Preparando los Talleres

Previamente a la realización de los talleres, participamos de distintas reuniones con la Directora de la Escuela N° 108 con el fin de acordar la forma en que se iban a desarrollar los proyectos. De acuerdo con el diseño curricular vigente en el ciclo lectivo 2018, establecido por el Ministerio de Educación de la Provincia de Buenos Aires, todos los contenidos propuestos en los proyectos de extensión se correspondían con las temáticas de Ciencias Naturales

Objetivo	Metas
Distinguir el rol activo (consciente e inconsciente) que tiene el ser humano como moderador del ciclo hidrológico.	Internalizar el concepto de que la suma de las acciones individuales repercute en la calidad del agua de toda la cuenca y en la distribución del recurso.
Practicar la conservación de los recursos naturales, principalmente del recurso hídrico y del suelo.	Contribuir un cambio de actitud frente al uso irrestricto de las fuentes de abastecimiento y la concientización sobre la utilización del agua.
Analizar la influencia que tienen los actuales cambios en el uso del suelo de la cuenca El Pescado sobre el ciclo hidrológico	Conocer cómo las acciones que realizan los habitantes de la cuenca modifican el ciclo hidrológico de acuerdo a los usos agrícola, ganadero, urbano y recreativo.
Articular el concepto de calidad del agua, a los diferentes usos del recurso hídrico.	Desarrollar la capacidad de aplicar los métodos de determinación de la calidad del agua y los parámetros que se evalúan en relación con los diferentes usos del recurso. Conocer las distintas valoraciones que tienen los habitantes de la cuenca sobre los ecosistemas acuáticos que los rodean.
Incrementar la construcción conjunta de saberes, tanto dentro del equipo extensionista, como entre este y los destinatarios directos del proyecto.	Desarrollar un adecuado manejo de los recursos naturales para lograr bienestar social y económico en un ambiente saludable. Ampliar la formación de los estudiantes universitarios y el resto del equipo en el campo de la extensión, fortaleciendo la idea de vinculación entre Universidad y sociedad.

Tabla 1. Objetivos y metas planteadas.

de 5to grado. Por esta razón y por sugerencia de la Directora, realizamos los talleres exclusivamente en este grado; pese a que originalmente habíamos programado trabajar con los chicos de toda la escuela.

Para la organización de las reuniones, dada la variedad de compromisos laborales y horarios de trabajo, además de las instancias presenciales (Figura 2) fue necesaria la implementación de diversas estrategias de trabajo grupal *on-line* para brindar mayores opciones de participación. La iniciativa que mejor nos resultó fue la plataforma *trello.com*, la cual permite organizar listas de tareas a realizar y realizadas y además, se pueden subir fotos, archivos y *links* en forma colaborativa (Figura 3). Por otra parte, el horario de las reuniones de trabajo fue consensuado mediante la plataforma *doodle.com* en la cual los integrantes pudieron votar para elegir, entre distintas opciones, fechas y horarios para cada una de ellas. Otra estrategia fue la organización de pequeños grupos de trabajo para preparar los materiales necesarios para los talleres. Por ejemplo, algunos grupos se encargaron de construir la maqueta de la cuenca, otros de preparar la maqueta del perfil geológico de los acuíferos, etc.

La experiencia en el aula

Los contenidos a desarrollar en los talleres se organizaron en tres ejes temáticos. En el primer taller, abordamos los conceptos generales de cuenca



Figura 2. Reunión de parte del grupo Extensionista en un aula de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNLP). Fuente: Todos los autores.

hidrográfica y de ciclo hidrológico, focalizando en la parte del ciclo que se desarrolla en la superficie terrestre y la atmósfera. Además, se introdujo el concepto de usos del suelo. En el segundo, nos centramos en los fenómenos que ocurren en el agua subterránea y en el tercero, retomamos el concepto de los usos del suelo y lo relacionamos con la calidad del agua (tanto superficial como subterránea); según los requerimientos establecidos para los distintos usos del agua.

Primer Taller

El primer taller lo desarrollamos durante tres días, ya que era necesaria la introducción de la temática a tratar y teníamos planificadas varias actividades. El primer día se introdujo el concepto de cuenca. El segundo día, instalamos un pluviómetro casero en el patio de la escuela y armamos los experimentos de escorrentía y en el tercero (luego de una semana) analizamos los datos obtenidos por los chicos en estos experimentos.

Introducción del tema y representación de los usos del suelo en una maqueta

En el primer encuentro, realizamos una presentación general del grupo de trabajo y de los objetivos de los proyectos a los alumnos de la escuela.



Figura 3. La imagen se ilustra la plataforma *trello.org* donde se observan las listas de tareas (realizadas y por realizar) correspondientes a cada taller y reunión. Fuente: Captura de Pantalla. María Elicia Mac Donagh.



Figura 4. Maqueta de la cuenca del arroyo El Pescado. Los chicos ubicaron los cartelitos representativos de los distintos usos del suelo, según su conocimiento de la zona. Fuente: Todos los autores.

Si bien habíamos conversado con las autoridades y la docente a cargo, hasta la instancia de desarrollo del primer taller carecíamos de contacto con los chicos. En este realizamos distintas actividades, a saber: charla sobre el concepto de cuenca y el ciclo hidrológico en la cual realizamos una breve presentación y retomamos los conceptos de ciclo del agua trabajados por la maestra y abordamos el concepto de cuenca hidrográfica.

Como cierre del primer encuentro utilizamos la maqueta de la cuenca del arroyo El Pescado para relacionar el conocimiento previo de la zona de los estudiantes con la idea del funcionamiento de una cuenca hidrográfica. En ella, incluimos una representación a escala del cauce principal, sus afluentes y la red vial. Durante el desarrollo, en base a estas referencias y para que los alumnos pudieran poner en contexto el resto de las actividades, entre todos señalamos la posición de la escuela y la ubicación aproximada de sus casas en la cuenca. Luego, situamos juntos en la maqueta cartelitos con dibujos referentes a los principales usos del suelo (uso agrícola, ganadero, urbano, etc.). Esto permitió que los alumnos relacionaran los usos del suelo con lo que observan de manera cotidiana: por ejemplo, identificaron con un uso ganadero al campo en el que suelen ver a las vacas (Figura 4).

Instalación de un pluviómetro en el patio de la escuela y experiencias de escorrentía, comparación de sustratos, cobertura y pendiente

Tal como señalamos líneas arriba, durante el segundo día del taller instalamos un pluviómetro casero. Para armarlo, reutilizamos una botella plástica descartable de un litro para recoger el agua, el tercio superior de un bidón a modo de embudo, alambre para colgarlo y cinta tipo Tape para asegurar. Como tarea y para fomentar el compromiso con el taller, les encargamos a los estudiantes que realizaran el registro diario de las precipitaciones durante dos semanas. Los



Figura 5. Bandejas utilizadas para observar la erosión del suelo y la escorrentía del agua. Se muestran los diferentes tratamientos comparados por los alumnos: con/sin pendiente distintos tipos de sustrato con/sin cobertura vegetal. Fuente: Todos los autores.

datos que tomaron fueron utilizados por la maestra para enseñar la construcción de gráficos, que era un tema requerido según el diseño curricular.

Del mismo modo, en esta jornada confeccionamos bandejas utilizando material reciclable (botellas plásticas) y las rellenas con diferentes sustratos: tierra del patio de la escuela, tierra fértil comprada en un vivero y turba. Preparamos dos botellas de cada tipo y las ubicamos en una mesa en el aula, poniendo una en forma horizontal y la otra con una leve pendiente. Durante el taller, le agregamos agua simulando el efecto de la lluvia. El agua escurrida (con diferente cantidad y composición de material suspendido) la recolectamos en un vaso. Los alumnos continuaron con esta actividad durante una semana, acompañados por su maestra de grado, regando todos los días las bandejas y registrando sus observaciones (Figura 5).

Resultados del primer taller

Originalmente la experiencia diseñada incluía solo dos tratamientos (tipo de sustrato y pendiente). Sin embargo, durante la semana en la que transcurrió el primer taller, los chicos decidieron incluir otro procedimiento, agregando algunas bandejas con distintos tipos de cobertura vegetal (pasto del patio de la escuela y rabanito) para compararlas con las bandejas sin cobertura vegetal (Figura 6). Al cabo de una semana, cuantificamos la cantidad de agua que se había escurrido (recogida en el vaso colector) en cada botella según el tipo de sustrato, pendiente y tipo de cobertura (Figura 7). También pudimos observar las diferentes propiedades (color, turbidez) que tenía el agua según el sustrato por el cual había pasado (Figura 8). Asimismo, para medir la cantidad de partículas acarreadas por el agua, filtramos el contenido de los vasos colectores con papel de filtro de cocina, y al contenido del sedimento lo llevamos al laboratorio del Museo de La Plata para su secado y pesaje para facilitar la comparación sin el peso del agua (peso seco). Los datos fueron analizados con los chicos en



Figura 6. Por iniciativa de los estudiantes se agregó otro tratamiento a la experiencia, en el cual comparamos el efecto de la cobertura vegetal. Fuente: Todos los autores.

una visita posterior, y concluyeron que la botella con tierra de la escuela y cobertura vegetal de tipo pasto con poca pendiente fue la que más partículas contenía y retuvo mayor cantidad de agua.

Segundo Taller. Capacidad de infiltración del agua en relación con las distintas características de los sustratos

Previamente al taller, colectamos conchillas, arena y loess pampeano que son los materiales que componen las rocas sedimentarias de los acuíferos de la zona. Para que esta experiencia funcione, tuvimos que secar los materiales en horno y molerlos hasta conseguir el tamaño de partículas característico de cada uno, lo cual facilita el movimiento del agua a través de los poros. Como una primera aproximación, realizamos experiencias de filtrado del agua en distintos sustratos. Les presentamos a los alumnos los materiales para que los manipulen y saquen conjeturas sobre cuál filtraría más rápido el agua. Analizamos cuestiones vinculadas a la capacidad de infiltración del agua en relación con las distintas características de cada sustrato posible de encontrar en los sedimentos de la cuenca (Figura 9).



Figura 7. El agua de escorrentía fue recolectada durante una semana en vasos colectores. Fuente: Todos los autores.

Preparamos botellas de agua de 500 ml cortando sus bases y colocando una malla metálica (tela mosquitera) en la boca y las rellenas con distintos materiales: arena, loess y conchilla. Luego, vertimos agua en forma de lluvia en cada recipiente y cronometramos el tiempo que tardó en pasar a través de cada uno de ellos. Para hacer más atractiva la experiencia y mostrar la capacidad de retención de sustancias que tiene el loess pampeano, agregamos un colorante al agua (murexida). Comprobamos que el agua que pasó a través del loess quedaba transparente, en tanto la que pasó por la conchilla y la arena seguía estando coloreada.

Perfiles del suelo y del acuífero

Para caracterizar el acuífero utilizamos un cilindro de acrílico de 70 cm de altura y 10 cm de diámetro, cerrado en la base, para representar a escala un perfil geológico de 60 m de profundidad mostrando los dos principales acuíferos de la zona (Epipelche y Puelche). Con la arena completamos la porción correspondiente al Puelche y con el loess pampeano la correspondiente al Epipelche. Simulamos una fina capa de sedimentos



Figura 8. Comparación de la calidad del agua de escorrentía de los diferentes tratamientos al cabo de una semana. Fuente: Todos los autores.



Figura 9. Observación y manipulación de los distintos materiales presentes en un perfil geológico: arena, loess, conchilla. Fuente: Todos los autores.

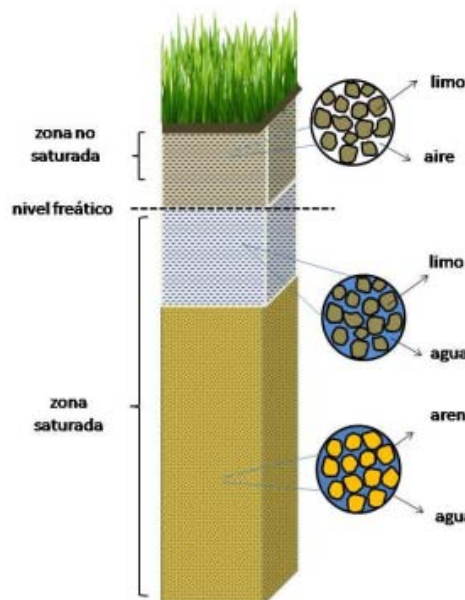


Figura 10 (izquierda). Observación y manipulación de los distintos materiales presentes en un perfil geológico: arena, loess, conchilla. Fuente: Todos los autores.

Figura 11. Perfiles del acuífero y del suelo. En el perfil del acuífero se observa la zona saturada de agua (inferior) y la zona no saturada (más clara) así como la más superficial que se encuentra húmeda luego de haber regado el perfil durante el taller. Con el transcurso del tiempo esta agua fue infiltrándose y la zona superior volvió a estar seca. Fuente: Todos los autores.

poco permeables con caolín. Cada capa fue saturándose de agua para mostrar la capacidad de almacenamiento que tiene este tipo de sedimentos, excepto la porción más superficial del loess que se dejó seca (porción no saturada). Por último, agregamos un poco de suelo con vegetación natural (pasto). En el taller, los estudiantes vertieron agua en forma de lluvia. De este modo pudimos observar cómo el agua infiltra en el perfil y cómo el nivel freático (nivel con saturación de agua) puede subir o bajar (Figura 10). Para reafirmar los conceptos, trabajamos con una representación gráfica, en la que los chicos completaron los nombres de las partes constituyentes del perfil geológico (Figura 11).

Tercer Taller. Calidad del agua: distintos requerimientos según el uso

Dado que uno de los integrantes del equipo extensionista se especializa en el control de la calidad del agua desde el punto de vista bacteriológico, previamente a los talleres realizamos capacitaciones internas sobre las metodologías de análisis. En las

reuniones de trabajo, pudimos adaptar las experiencias a realizar con los alumnos a partir de estas metodologías utilizadas en laboratorio. Además, para fortalecer la idea de las normas de seguridad que se deben seguir para este tipo de análisis, llevamos antiparras de laboratorio, guantes de látex y barbijos para que utilizaran los estudiantes durante la actividad, aunque no había realmente ningún material de riesgo (Figura 12).

Iniciamos el taller con una breve introducción teórica de los distintos usos del agua y entre todos los relacionamos con los usos del suelo que habíamos desarrollado en el primer taller utilizando la maqueta de la cuenca. En su transcurso, surgieron de la discusión grupal todas las posibles fuentes de contaminación del agua, incluyendo la contaminación por pozos ciegos mal construidos, basura arrojada en sitios de uso recreativo en los arroyos y agroquímicos. Sin embargo, por una cuestión de practicidad en las actividades desarrolladas nos limitamos a abordar las variables fisicoquímicas básicas y la contaminación bacteriana. Los chicos realizaron la medición de distintos parámetros fisicoquímicos en muestras de agua del arroyo y del agua del pozo de la escuela. Para esto, utilizaron un equipo portátil (*Hach Pocket Pro*) que mide temperatura, pH, conductividad, salinidad y turbidez.

Luego, realizamos otra actividad que tuvo como objetivo conocer los diferentes requerimientos de calidad del agua según el uso final de la misma. Consideramos tres de los usos más importantes en la cuenca del arroyo El Pescado: agua potable, riego hortícola y uso recreativo. La tarea consistió en el recuento de bacterias (unidades formadoras de colonias o UFC) en base a resultados simulados en cápsulas de Petri. Los distintos medios de cultivo, específicos para cada tipo de bacteria, se representaron con gelatina de colores (Figura 13). Los filtros con las UFC determinados para cada medio los preparamos previamente coloreando círculos en papel cuadrículado de acuerdo con el color específico que desarrolla cada grupo bacteriano (Tabla 2) en el medio de cultivo.



Figura 12. Simulación del filtrado del agua para los análisis bacteriológicos mostrando algunas medidas de seguridad. Fuente: Todos los autores.



Figura 13. Cápsulas de Petri con gelatinas de diferentes colores simulando los medios de cultivo específicos para distintos tipos de bacterias. Fuente: Todos los autores.

	Coliformes totales
	<i>Escherichia coli</i>
	Estreptococos fecales
	Bacterias heterótrofas
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>

Tabla 2. Colores correspondientes a las Unidades formadoras de Colonias (UFC) de los distintos grupos bacterianos en los filtros de papel utilizados en la simulación.

Los alumnos se dividieron en tres grupos y cada uno analizó cápsulas de Petri correspondientes a muestras destinadas a diferentes usos. A partir de los recuentos de las UFC de los distintos colores que se observaban representados en los filtros de papel, obtuvieron la cantidad de UFC de los respectivos tipos bacterianos. Luego, cada grupo tuvo que comparar sus resultados con los estándares de calidad según el uso que tenían asignado (Tabla 3). Los límites elegidos se adaptaron desde distintas fuentes (Código Alimentario Argentino, EPA, OMS). Una de las conclusiones más relevantes a las que arribamos con esta ejercitación es que ciertos usos tienen normas más estrictas que otros, y que un resultado con cierto contenido de bacterias puede indicar que el agua no es apta para un uso pero que sí lo es para otro.

Reflexiones finales

La recepción por parte de la comunidad educativa de la Escuela N° 108 fue muy buena: tanto la maestra como los directivos y los estudiantes mostraron mucho interés y entusiasmo durante los talleres. Esto permitió superar algunos inconvenientes que surgieron en el desarrollo del trabajo, como por ejemplo, el cambio de autoridades en la escuela en tres oportunidades por lo que tuvimos que entablar relaciones y coordinar nuevamente las actividades, fechas y horarios. En lo que respecta al trabajo en los talleres, el hecho de que los alumnos hubieran tenido experiencias previas con distintos proyectos de

	Límite permitido para agua potable (CAA)
Coliformes totales	menor a 3 UFC en 100 ml
<i>Escherichia coli</i>	ausencia
Estreptococos fecales	ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ausencia
Bacterias Heterótrofas	hasta 100 UFC en 100 ml
	Límite permitido para uso recreativo (EPA)
<i>Escherichia coli</i>	126 en 100 ml
Estreptococos fecales	33 en 100 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	126 en 100 ml
	Límite permitido para riego en cultivos hortícolas (OMS)
<i>Escherichia coli</i>	ausente
Coliformes totales	menor a 100 en 100 ml

Tabla 3. Estándares de calidad del agua según los distintos usos.

extensión, facilitó la dinámica de trabajo ya que el grupo estaba acostumbrado a interactuar con personas ajenas a la institución.

La organización de nuestras reuniones como equipo extensionista resultó un desafío de coordinación, ya sea para conversar sobre los talleres, realizar los preparativos, o para la redacción de este artículo. Es por esto que destacamos la utilidad de las plataformas *on-line* como un espacio donde cada uno puede participar según sus tiempos y horarios. Como equipo, hemos aprendido distintas estrategias didácticas, de coordinación, de vinculación con otros, y de superación de obstáculos que encontramos durante el desarrollo del trabajo.

Con respecto a los talleres, consideramos que estos fueron adecuados al nivel educativo y resueltos en los plazos pautados. Destacamos el alto grado de compromiso que mostraron los niños con las experiencias, cuidando el material utilizado y cumpliendo con las actividades entre un encuentro y el siguiente. Además, la participación en estas experiencias fue una motivación importante porque generó la intención de replicarlos, en otra ocasión, en una feria de ciencias abierta a la comunidad.

Logramos nuestro objetivo de que los niños comprendieran el funcionamiento del ciclo hidrológico en la cuenca del arroyo El Pescado y que identifiquen todas las posibles fuentes de contaminación del recurso hídrico. Mediante la representación con maquetas de la cuenca y del acuífero se facilitó la tarea de visualizar la conexión entre el agua superficial y subterránea. En el último taller, pudimos relacionar todos los temas tratados y remarcar la importancia de la preservación del recurso y de la calidad del agua. Los estudiantes tomaron conciencia de cómo las actividades antrópicas que se desarrollan en superficie influyen tanto en los arroyos como en el acuífero y la íntima relación entre ellos.

Formar parte de estos proyectos de extensión nos resultó gratificante y consideramos que las experiencias realizadas pueden ser replicadas por los docentes u otros grupos extensionistas como una forma didáctica de abordar problemáticas ambientales con respecto a las cuencas hidrográficas.

Agradecimientos

A todos los que participaron, especialmente a los directivos, maestros y alumnos de 5to grado (ciclo 2018) por haber formado parte de estos proyectos y a todo el equipo extensionista que participó en la

Referencias bibliográficas

- Autoridad del Agua (ADA). Recuperado el 10 de agosto de 2019 de: <http://www.ada.gba.gov.ar/gestiondecomites>.
- Carol, E., Kruse, E., Laurencena, P., Rojo, A. & Deluchi, M. (2012). Ionic exchange in groundwater hydrochemical evolution. Study case: the drainage basin of El Pescado creek (Buenos Aires province, Argentina). *Environmental Earth Sciences*, 65(2), 421-428.
- Código Alimentario Argentino- Anmat. (2012). *Bebidas Hidricas, Agua y Agua Gasificadas*. Recuperado el 13 de agosto de 2019 de: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_XII.pdf.
- FAO-RLMC. (1988). *Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas en América Latina. Documento de Orientación y Capacitación a Distancia FAO/RLAC*. Ed.: Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas-FAO. 36 pp.
- I+D N° 843, UNLP. *Proyecto de Investigación y Desarrollo N° 843 de la Universidad Nacional de La Plata Evaluación de las modificaciones geohidrológicas producto de la actividad agrícola, ganadera e industrial. Estudios de caso: Cuencas de los arroyos El Pescado y Buñirigo*. Buenos Aires: UNLP.
- Kruse, E., Carol E., Mancuso M., Laurencena P., Deluchi M. & Rojo, A. (2013). Recharge assessment in an urban area: a case study of La Plata, Argentina. *Hydrogeology Journal*, 21(5), 1091-1100.

planificación y desarrollo de los talleres. Estos, fueron posibles gracias al financiamiento dado por el Proyecto de Extensión Universitaria de la UNLP “Mi cuenca, mi hábitat. Trabajo Interdisciplinario en una cuenca con creciente actividad antrópica (arroyo El Pescado, Provincia de Buenos Aires)”, perteneciente a la Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP), y el Proyecto “Uso del Agua en mi cuenca” del Voluntariado Universitario-Compromiso Social de la Comunidad Universitaria, de la Secretaría de Políticas Universitarias, Ministerio de Educación Presidencia de la Nación.

- Montoya-Domínguez, E. y Rojas-Robles, R. (2016). Elementos sobre la gobernanza y la gobernanza ambiental. *Gestión y Ambiente*, 19(2), 302-317. ISSN electrónico 2357-5905.
- PICT 2015-2778 FONCyT. Proyecto financiado por el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica. Evaluación de cambios hidrodinámicos e hidroquímicos como consecuencia del crecimiento de la agricultura periurbana en cuencas de llanura. Publicación Institucional de la Universidad Nacional de La Plata. (2009). *Estatuto de la Universidad Nacional de La Plata*, 1era edición.

Sítios de internet citados:

- Doodle. Doodle, una sencilla herramienta para coordinar eventos. Disponible en: <https://doodle.com/es/>
- EPA. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos Disponible en: <https://espanol.epa.gov/>
- Trello. Trello le permite trabajar de forma más colaborativa y ser más productivo. Disponible en: <https://trello.com/>
- Organización Mundial de la Salud. Disponible en: <https://www.who.int/es>

