



# Índice

Agua y Educación, Guía para Docentes en Argentina (Parte I). .....	3
Reconocimientos. ....	4
Asociación de Amigos de la Patagonia. ....	7
Agua, desarrollo y sociedad. ....	9
La Gestión del agua. ....	11
El agua recurso vital. ....	13
Cuidar el agua es preservar el futuro. ....	15
Índice. ....	17
Proyecto WET. ....	19
Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - Programa Hidrológico Internacional (UNESCO - PHI). ....	21
Estimados docentes. ....	23
Introducción: Agua y Educación Argentina. ....	24
Propuestas Didácticas en orden alfabético. ....	27
¡Sumérjase! * .....	30
Bolsa de ideas. * .....	33
¡Trabajemos juntos! * .....	36
<b>Eje temático I: Reconociendo el agua. ....</b>	<b>39</b>
¿Cuál es la solución? * .....	41
Caminata en un día lluvioso. * .....	49
¿Dónde están las ranas? * .....	56
Plantas sedientas. * .....	67
Ramificaciones. * .....	74
Agua espumosa. * .....	80
<b>Eje temático II: Agua, vida y salud. ....</b>	<b>87</b>
Celebración del agua. * .....	89
Cruzando el río. * .....	95
El Palo de lluvia. * .....	101
¿Lloverá en vacaciones? * .....	107
Junta las piezas.....	112

<b>Eje temático III: Gestión del agua.</b> .....	123
Derecho al agua. *	125
Dilemas. *	130
Parte y reparte. *	137
Pasa la jarra. *	144
Camino fácil. *	152
<b>Actividades sobre las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro.</b> .....	159
Collar de perlas: la cuenca del río Negro. **	161
Cálculos de riego. **	185
¿Como pez en el agua? **	193
Demasiado espeso para beber. **	208
El árbol genealógico de las canillas. **	215
<b>Anexos.</b> .....	225
Algunos aspectos relativos al recurso agua en Argentina. *	227
Contaminación de los recursos hídricos. *	242
Sitios de internet recomendados.	250
Cuadro de Referencia I.	252
Cuadro de Referencia II.	257
Glosario.	259

\*El INA ha revisado y avala las actividades identificadas con su logo.



\*\*La AIC colaboró con el desarrollo de contenidos de las actividades identificadas con su logo.



---

# Actividades sobre las cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro.

Con la valiosa colaboración de la Autoridad Interjurisdiccional de  
las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC).

---

159





# Collar de perlas: la cuenca del río Negro

## ■ Edad Estimativa

De 9 a 17 años.

## ■ Áreas del Conocimiento

Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, Lengua.

## ■ Duración

Tiempo de preparación:  
20 minutos.

Tiempo de la Propuesta Didáctica: 90 minutos.

## ■ Lugar

Salón de clases.

## ■ Habilidades

Organizar, analizar, aplicar, interpretar, crear, simbolizar.

## ■ Propuestas Relacionadas

Los alumnos podrán reconocer algunas de las "Perlas" del río Negro en la Propuesta Didáctica "El árbol genealógico de las cañillas".

## ■ Vocabulario

Agricultura, alineación, arcilla glacial, arqueología, boca del río, estepa, evaporación, hidroeléctrico, marino, nacientes, pinturas rupestres, ramonear, salobre, sedimento, terrestre.

*¿Cuáles son estas joyas de la cuenca del río Negro?*

## ▼ Propósito

Aprender a reconocer los sitios más importantes, las «perlas», en la cuenca del río.

## Objetivos

- Identificar las características geográficas específicas de la cuenca (configuración del terreno y formas de vida).
- Sintetizar la información sobre los diferentes sitios en un esfuerzo por identificarlos.
- Reconocer la existencia de una variedad de sitios especiales a lo largo y ancho de la cuenca.

## Materiales

- Una copia por grupo del **Mapa de ubicación de las perlas** (página 183) con la clave cubierta.
- Una copia por grupo de las **Tarjetas de Pistas, Tarjetas de Puntuación y Reglas del Juego**, páginas del estudiante.
- Un dado de números (o

*pidan a los estudiantes que saquen números del 1 al 6 escritos en trozos de papel).*

- Una «papa caliente» por grupo (por ejemplo, un borrador para pizarra, una pelota pequeña u otro objeto similar).
- 1 copia por estudiante de las **Fichas de datos del collar de perlas**, página del estudiante.
- Tijeras.
- Lápices.
- Papel.
- Arcilla de varios colores (que se seque al aire o al horno).
- Tanza, hilo azul o sedal para pescar.

## ▼ Marco Teórico

El paisaje de la cuenca del río Negro es sumamente diverso. Baja de las montañas y corre por la estepa de tres provincias. Aproximadamente 800.000 habitantes correspondientes a la población en la cuenca (los que representan el 2,5 % del total del país y más de la mitad de la población de la región patagónica) e innumerables plantas y animales, dependen del agua que lleva.

Los ríos de la cuenca atraviesan varios ecosistemas, incluyendo los ambientes altoandinos, los bosques, la estepa y el monte y la estepa costera. La vida se congrega en sus márgenes. Los animales visitan sus abrevaderos, las plantas crecen en sus humedales, y las personas aprovechan sus aguas para el riego, la industria y para sus casas. Un viaje a la cuenca revela innumerables lugares especiales. Son especiales por razones ecológicas, estéticas y espirituales, entre otras. Hay tantas «perlas» como personas en la cuenca, ya que cada una de ellas tiene sus propios lugares especiales. Las perlas identificadas aquí son geográfica, histórica y biológicamente diversas, pero son sólo un punto de partida para aprender sobre el collar de perlas vinculado al río Negro y a sus tributarios.

## Procedimiento

### ▼ Motivación

1. Saque copias de las páginas del estudiante (una por grupo), del **Mapa de ubicación de las Perlas** (página 183) de las **Tarjetas de Pistas**, la **Tarjeta de Puntuación** y la **Clave de Respuestas**, y una por estudiante de la **Ficha de Datos del Collar de Perlas**. Cubra la clave (leyenda) que aparece en el Mapa de ubicación de las perlas antes de hacer las copias. Este será el tablero de juego (observe que hay perlas complementarias en este mapa, que no se incluyen en el juego).
2. Reúna objetos que sirvan como «papas calientes» (un borrador de pizarra, una pelota pequeña o algo parecido); también dados de números y agujas giratorias, o las bolsas con piezas de papel numeradas del 1 al 6 (una por cada grupo).

## ▼ Desarrollo

### Parte I

1. Pida a los estudiantes que lean la **Ficha de Datos del Collar de Perlas**.
2. Reparta y explique las **Reglas de Juego del Collar de Perlas**.
3. Reparta las **Tarjetas de Pistas**, la **Clave de Respuestas**, las «papas calientes» y los dados de números.
4. Pida a los estudiantes que jueguen una ronda del juego. Luego mezcle a los equipos y pídale que vuelvan a jugar. (Puede pedirle a los estudiantes que guarden la **Ficha de Datos del Collar de Perlas** durante el juego o bien, puede dejar que la usen).

### Parte II

En la **Parte I**, los estudiantes aprendieron acerca de las perlas previamente seleccionadas, elegidas y descritas por otras personas. En la **Parte II**, cada estudiante seleccionará su propia perla, la investigará si es necesario, y presentará información sobre ella a sus compañeros de clase. Los estudiantes elaborarán un collar de perlas de recuerdo.

**Opción I** (brazalete o collar de recuerdo individual).

1. Pida a los estudiantes



que seleccionen una perla de la cuenca del río Negro. Su perla puede ser bien conocida o relativamente desconocida, especial sólo para ellos. Los estudiantes deben evitar seleccionar perlas que ya hayan sido mencionadas en la **Parte I**.

2. Pida a los estudiantes que investiguen sobre su perla. Su investigación debe incluir muchos de los temas clave de la **Parte I**, incluyendo su ubicación, las características de sus aguas, de sus animales y de sus plantas, así como las de su paisaje y su cultura.

3. Pida a los estudiantes que elaboren un dije original, con arcilla para moldear, que represente su perla. El dije debe tener un orificio, de tal forma que se pueda ensartar con un hilo. Diga a los estudiantes que su dije debe representar a su perla, pero no necesariamente reproducirla. Aliéntelos a que usen símbolos al hacerlo.

4. Pida a los estudiantes que hagan presentaciones breves sobre su perla a sus compañeros de clase. Los estudiantes pueden pasar el hilo por el orificio para hacer un collar o un brazalete de recuerdo que represente a su perla.

**Opción II** (recuerdo de la clase).

1. Repita los pasos de la **Opción I**, pero pida a los estudiantes que combinen ahora sus perlas en un solo collar de toda la clase. Si lo desea, haga que los estudiantes las presenten geográficamente, comenzando en las nacientes y finalizando en la desembocadura del río Negro.

2. Coloque el recuerdo de la clase en un lugar visible del salón o de la biblioteca de la escuela. Pida a los estudiantes que escriban una breve descripción (una oración) de lo que representa su perla, y exponga estas descripciones junto con el collar.

#### ▼ *Cierre*

Pida a los estudiantes que comparen y contrasten las perlas de la cuenca del río Negro. ¿Cómo afecta el paisaje la forma en que interactúan los seres humanos, las plantas y los animales con el terreno y con el propio río? ¿Cuáles son las perlas de sus comunidades (de este juego, o las que les gustaría nombrar)? ¿Cómo se comparan las suyas con otras perlas de la cuenca?

#### ▼ *Evaluación*

Pida a los estudiantes que:

- Usen la **Ficha de Datos del Collar de Perlas** para reconocer las perlas específicas de la cuenca

del río Negro (**Parte I**, Paso 1).

- Demuestren que pueden identificar y localizar las perlas de la cuenca del río Negro de acuerdo con sus atributos (**Parte I**, Paso 3).

- Investiguen una perla individual y elaboren un dije de recuerdo para representarla (**Parte II**, **Opciones I y II**, Pasos 1 a 4 y 1 a 2).

- Identifiquen las perlas de su comunidad y las comparen con las de otras comunidades de las márgenes del río Negro y de sus tributarios (*Cierre*).

#### Propuestas de Profundización

Pida a los estudiantes que elaboren **Tarjetas de Pistas** para las perlas que investigaron individualmente. Deberán incluir información acerca de la flora, la fauna y otros elementos de identificación que hayan encontrado. Los estudiantes pueden combinar nuevas tarjetas en el juego. Esta propuesta puede ayudar a mostrar cómo se relacionan las distintas comunidades de la cuenca. Los estudiantes también pueden hacer un libro «de texto» sobre sus perlas personales.

#### Recursos Adicionales

- A. Brown, U. Martínez Ortíz, M. Acerbi, J. Cor-

cuera (2005). «La Situación Ambiental Argentina». Fundación Vida Silverstre Argentina. Buenos Aires. Paper presentado a ILEC. «Workshop on Sustainable Management of the Lakes of Argentina». (1997). San Martín de los Andes. Argentina. 24-25 Octubre.

- «Nuestra Historia, Carmen de Patagones». Museo Histórico Regional «Emma Nozzi». Casa Histórica del Banco de la Provincia de Buenos Aires en Carmen de Patagones.

- «Región de Dinosaurios». Especies registradas en río Negro y Neuquén. Infografías regionales. Colección Río Negro, de ayuda escolar. Municipalidad de Neuquén.

- AIC (2001). «El control de las crecidas. Sistema de Emergencias Hídricas y Mitigación del riesgo».

Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Negro, Neuquén y Limay. Revista. 2da. Edición. Agosto.

- AIC. (2003). «Cuenca del río Neuquén. Diagnóstico y Acciones Correctivas en el Manejo Integral del Recurso Agua». Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Negro, Neuquén y Limay. Primera Mención Concurso Estudiantil «El Agua en la Región del Comahue». Primera Edición.

**Otras fuentes de consulta recomendadas:**

- Parques Nacionales y Provinciales.

- Autoridad Interjurisdiccional de las cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC).

- Fundación Universalista Social Argentina (FUSA).

- Consejo Provincial de Medio Ambiente Río Negro (CODEMA).

- Dirección de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Provincia de Neuquén.

- Departamento Provincial de Aguas de Río Negro (DPA).

- Dirección Provincial de Recursos Hídricos del Neuquén (DPRH).

- Dirección de Turismo de la Provincia de Río Negro.

- Dirección de Gestión y Contralor de Recursos Naturales Provincia del Neuquén.

- Dirección de Turismo de la Provincia de Neuquén .

- Dirección Provincial de pesca de Río Negro.

- Fundación Salmónidos de Angostura – Villa La Angostura.

- Plan de Conservación del Huemul.

- Ecorregión Valdiviana.

# Tarjetas de Pistas del Collar de Perlas

## Perla # 1

**Pista sobre el agua:** Existen fuentes termales, géiseres, fumarolas e intermitentes arroyos y vertientes de aguas calientes que en total suman 18.

**Pista de animales:** Habitan pumas, zorros colorados, chinchillones, cóndores, águilas moras y varias especies más de aves altoandinas. En varios de los arroyos correntosos del área protegida habita el pato de los torrentes.

**Pista de plantas:** En los cajones montañosos más protegidos de la Cordillera del Viento se puede encontrar una vegetación exuberante con lengas, radales y maitenes creciendo a orillas de pequeños arroyos.

**Pista sobre el paisaje:** En este lugar se encuentran rocas de la Era Mesozoica. El área presenta un sinnúmero de afloramientos rocosos de tipo columnar, grandes cañadones y valles glaciarios. Se destacan cumbres pertenecientes a la Cordillera del Viento, que con sus 75 km. de largo, es uno de los accidentes geográficos más importantes de Patagonia

**Pista sobre la cultura:** En el sector de Aguas Calientes existen cabañas del Instituto de Seguridad Social del Neuquén.

**Pista de ubicación:** Se ubica en el norte de la Provincia del Neuquén, en los Departamentos Minas y Chos Malal

## Perla # 2

**Pista sobre el agua:** Los cuerpos de agua principales son la Laguna que lleva su nombre y el Bañado Los Barros. La Laguna se encuentra a 2.100 m sobre el nivel del mar y cubre una superficie aproximada de 4 Km<sup>2</sup>.

**Pista de animales:** Los mayores representantes son el macá común, macá plateado, garza bruja, bandurria baya, flamenco austral, cisne de cuello negro, coscoroba, cauquén de cabeza gris, cauquén común, pato juarjual, pato zambullidor grande, pato maicero, pato overo y pato cuchara.

**Pista de plantas:** En la zona existe un arbusto, el colimamil o leña amarilla, llamado así por el color de su corteza, el cual puede sobrepasar los 3 m de altura.

**Pista sobre el paisaje:** Sus elevaciones principales son el Volcán que lleva su nombre (3.978 m sobre el nivel del mar) y el Cerro Wayle (3.182 m sobre el nivel del mar)

**Pista sobre la cultura:** Su nombre deriva del vocablo indígena «tomen», que significa totora o espadaña.

**Pista de ubicación:** Se ubica al norte de la provincia del Neuquén, en los Departamentos Chos Malal y Pehuenches.

## Tarjetas de Pistas del Collar de Perlas

### Perla # 3

**Pista sobre el agua:** Es alimentada por dos arroyos de caudal temporario: el arroyo Pichi Traful y el arroyo del Llano Blanco y es posible que reciba otros aportes subterráneos.

**Pista de animales:** El Cisne de Cuello Negro, se distingue entre todas las especies de avifauna acuática, por su belleza y abundancia.

**Pista de plantas:** En tierra predomina la espeta arbustiva baja. También especies netamente acuáticas como el Potamogeton y la Vinagrilla, que forman auténticas praderas sumergidas.

**Pista sobre el paisaje:** Está enclavado entre cerros cónicos de pendientes suaves y «bardas» de paredes abruptas.

**Pista sobre la cultura:** Fue creado con el objeto de proteger el ecosistema lacustre que le da nombre al parque que alberga una de las poblaciones más abundantes de Cisnes de Cuello Negro, junto a una gran variedad de otras aves acuáticas.

**Pista de ubicación:** Al sudoeste de la provincia de Neuquén en el Dpto. de Zapala.

### Perla # 4

**Pista sobre el agua:** Posee las renombradas fuentes termales de Lahuen-Co (aguas milagrosas en lengua mapuche).

**Pista de animales:** Componen la fauna ictícola nativa el Puyén, las Peladillas, el Pejerrey Patagónico, el Bagre Aterciopelado entre otros.

**Pista de plantas:** Ciprés de la cordillera, *Austrocedrus chilensis*, y *Nothofagus Raulí*, *N. alpina*.

**Pista sobre el paisaje:** El paisaje circundante es montañoso, contrastando con la parte oeste que es boscosa y la parte este que es xerófila.

**Pista sobre la cultura:** Creada en 1973 para proteger los bosques de lenga y roble pellín con ejemplares de hasta 30 metros de altura.

**Pista de ubicación:** Abrazado al sur por el lago Currué Grande.

## Tarjetas de Pistas del Collar de Perlas

<p><b>Perla # 5</b></p> <p><b>Pista sobre el agua:</b> Una sucesión de cuencas lacustres se hallan protegidas, las que aseguran el caudal de importantes obras hidroeléctricas, como El Chocón.</p> <p><b>Pista de animales:</b> Huemul, puma, pudú, huillín. De entre las especies exóticas más comunes habitan los Ciervos Colorados, la Liebre y el Jabalí Europeo.</p> <p><b>Pista de plantas:</b> Uno de los árboles más característicos de la región es el Pehuén, también conocido como Araucaria.</p> <p><b>Pista sobre el paisaje:</b> El relieve es típicamente montañoso. Las pendientes son pronunciadas, y las alturas promedio oscilan entre los 900 y 1900 metros.</p> <p><b>Pista sobre la cultura:</b> Alberga 53 comunidades indígenas pertenecientes a la cultura Mapuche, englobadas en las reservas de Rucachoroi y Curruhuinca.</p> <p><b>Pista de ubicación:</b> Se encuentra ubicado en el sudoeste de la provincia de Neuquén. La localidad más próxima es San Martín de los Andes de la cual dista 24 km.</p>	<p><b>Perla # 6</b></p> <p><b>Pista sobre el agua:</b> La cuenca más importante, de donde proviene su nombre, es de 600.000 ha.</p> <p><b>Pista de animales:</b> Habitan peces autóctonos, como la perca y la trucha criolla, o introducidos como el salmón, la trucha arco iris y la marrón.</p> <p><b>Pista de plantas:</b> Posee árboles nativos, como el Ciprés y el Cohue. En algunos sitios muy húmedos se forman bosquecillos de Arrayán, Patagua y Palo Santo.</p> <p><b>Pista sobre el paisaje:</b> Es característico de la zona la presencia de lagos y ríos caudalosos, que desaguan hacia el Atlántico o el Pacífico, alimentados por abundantes lluvias y derretimientos de nieves y glaciares.</p> <p><b>Pista sobre la cultura:</b> Posee numerosos vestigios de las ocupaciones aborígenes, en la forma de petroglifos y pinturas rupestres.</p> <p><b>Pista de ubicación:</b> Limita al norte con el Parque Nacional Lanín, e incluye al Parque Nacional Los Arrayanes.</p>
---	--

## Tarjetas de Pistas del Collar de Perlas

### Perla # 7

**Pista sobre el agua:** En esta zona se encuentran las nacientes del Arroyo del Arco.

**Pista de animales:** No existen relevamientos faunísticos.

**Pista de plantas:** Del 30 al 40% de la superficie está ocupada por bosques semidensos a abiertos de araucaria con sotobosque de ñire (sumamente pastoreados) característicos de cañadones, cañadas y planicies altas.

**Pista sobre el paisaje:** Posee un «cerro» que lleva su nombre. En invierno el cerro se llena de nieve y permite el desarrollo de un centro de esquí.

**Pista sobre la cultura:** Desde que el volcán que lleva su nombre se apagó, se formó en su cráter una laguna alrededor de la cual los Mapuches, como pobladores históricos de estas tierras, se establecieron.

**Pista de ubicación:** Centro-oeste de la Provincia del Neuquén, en el Departamento Aluminé.

### Perla # 8

**Pista sobre el agua:** Nadan con facilidad en las frías aguas de lagos, ríos y arroyos.

**Pista de animales:** Las especies introducidas como la liebre europea, el jabalí silvestre y, sobre todo, el ciervo colorado constituyen una fuerte amenaza para ésta especie.

**Pista de plantas:** consume hojas tiernas, tallos y flores de hierbas como el roble pellín o el maqui.

**Pista sobre el paisaje:** Buscan los prados altoandinos en verano y descienden a los valles en invierno.

**Pista sobre la cultura:** También llamado *shonen* por los Tehuelches. En 1996 fue declarado Monumento Natural para asegurar su preservación.

**Pista de ubicación:** Especie nativa de los bosques patagónicos. Autóctona de Argentina y Chile.

## Tarjetas de Pistas del Collar de Perlas

### Perla # 9

**Pista sobre el agua:** Frecuenta dos tipos de ambientes bien definidos: Los ríos, lagos y lagunas de los bosques subantárticos.

**Pista de animales:** En la región de Nahuel Huapi se alimenta principalmente de crustáceos acuáticos (cangrejo o «pancora» y langostino).

**Pista de plantas:** vegetación de ambientes acuáticos, costeros.

**Pista sobre el paisaje:** Bosques andinos. Lago Nahuel Huapí.

**Pista sobre la cultura:** Ocultan sus cachorros en cuevas o madrigueras, cavadas entre las raíces de árboles ubicados cerca del agua.

**Pista de ubicación:** Mamífero acuático que vive exclusivamente en la región patagónica argentina y chilena.

### Perla # 10

**Pista sobre el agua:** Se encuentran dos de los ríos más caudalosos que surcan esta región: el Limay y el Traful.

**Pista de animales:** El cóndor encuentra aquí lugares adecuados de nidificación y dormitorios.

**Pista de plantas:** Bosques y matorrales abiertos ocupan estos ambientes de transición, donde el ciprés de la cordillera domina el paisaje.

**Pista sobre el paisaje:** El área fue inundada por las aguas del embalse de la represa de Alicurá, que ha dado al lugar el aspecto de un gran lago.

**Pista sobre la cultura:** Posee formaciones de origen volcánico, que asemejan castillos y catedrales góticas. Algunas de éstas fueron bautizadas como «El dedo de Dios» y «El centinela del valle».

**Pista de ubicación:** A 67 kilómetros de Bariloche.

## Tarjetas de Pistas del Collar de Perlas

### Perla # 11

**Pista sobre el agua:** Una de ellas está situada en la margen derecha del río Cuyín Manzano.

**Pista de animales:** Fue ocupada por grupos que cazaban guanacos, roedores, cánidos, y endentados.

**Pista sobre el paisaje:** Ambos sitios presentan secuencias arqueológicas y paleontológicas.

**Pista de ubicación:** Está situada en el Departamento Los Lagos.

### Perla # 12

**Pista sobre el agua:** En cercanías del lago Tromen.

**Pista de animales:** Aves rapaces como el halcón peregrino, el águila mora y el aguilucho común.

**Pista de plantas:** Próximo a un bosque predominantemente de araucarias.

**Pista sobre el paisaje:** Estepario abierto.

**Pista sobre la cultura:** Es una montaña emblemática de Neuquén. Su cráter se halla sepultado bajo un glaciar.

**Pista de ubicación:** Su base se ubica a 1200 metros sobre el nivel del mar.

### Perla # 13

**Pista sobre el agua:** Playas y atracciones naturales en la ribera del Río Negro.

**Pista de animales:** Cría de bovinos.

**Pista de plantas:** agricultura de secano, prevaleciendo el cultivo de trigo.

**Pista sobre el paisaje:** Las Calles de irregular y pintoresco trazado, se combinan con notables lomas en el sector norte y las pronunciadas pendientes hacia el río, aliviadas por escalinatas bicentenarias construidas con grandes lajas pétreas.

**Pista sobre la cultura:** Su denominación posee un doble significado. Por un lado, se debe a la patrona de la localidad y por otro hace alusión a la talla y tamaño de los pies que se atribuía a los aborígenes de la región.

**Pista de ubicación:** Ubicada sobre la margen norte del río Negro.

## Tarjetas de Pistas del Collar de Perlas

<p><b>Perla # 14</b></p> <p><b>Pista sobre el agua:</b> Es cabecera del sistema de riego del Alto Valle de Río Negro.</p> <p><b>Pista de animales:</b> Peces de agua dulce.</p> <p><b>Pista de plantas:</b> Hay un crecimiento excesivo de vegetación acuática.</p> <p><b>Pista sobre el paisaje:</b> Recorre 130 km. y cruza por el centro de la mayoría de las localidades de la región del Alto Valle.</p> <p><b>Pista sobre la cultura:</b> Fue construido entre 1910 y se desarrollo hasta los años 1928 y 1931 (trabajos de ampliación), para regular las aguas del río Neuquén que por sus crecidas impedían el asentamiento de colonias agrícolas.</p> <p><b>Pista de ubicación:</b> Ubicado a 30 km de la Capital de Neuquén y de la ciudad de Cipolletti.</p>	<p><b>Perla # 16</b></p> <p><b>Pista sobre el agua:</b> Fueron preservadas en las rocas de los alrededores del Lago Exequiel Ramos Mexía.</p> <p><b>Pista de animales:</b> En sus orillas vivían una variada y numerosa fauna de dinosaurios, cocodrilos, tortugas y sapos.</p> <p><b>Pista de plantas:</b> Vegetación subtropical de hace aproximadamente 100 millones de años.</p> <p><b>Pista sobre el paisaje:</b> El clima de aquel entonces daba al paisaje un aspecto muy diferente al desértico que presenta actualmente.</p> <p><b>Pista sobre la cultura:</b> El descubrimiento del <i>Giganotosaurus Carolinii</i> en julio de 1993 fue más importante de la región.</p> <p><b>Pista de ubicación:</b> Area de El Chocón-Picún Leufú.</p>
<p><b>Perla # 15</b></p> <p><b>Pista sobre el agua:</b> Localizada sobre el río Limay, perteneciente a la cuenca del río Negro en las provincias de Río Negro y del Neuquén, en el noroeste de la Patagonia.</p> <p><b>Pista de animales:</b> Truchas Marroñes, Arco Iris y Perca</p> <p><b>Pista sobre el paisaje:</b> Represa generadora de energía hidroeléctrica.</p> <p><b>Pista sobre la cultura:</b> Se la denomina Obra del Siglo.</p> <p><b>Pista de ubicación:</b> Se ubica a 90km de la ciudad de Neuquén.</p>	



## Tarjeta de Puntuación

<b>Nombre</b>	<b>Puntos</b>	<b>Puntuación total</b>
Jugador 1		
Jugador 2		
Jugador 3		
Jugador 4		
Jugador 5		
Jugador 6		

# Reglas de Juego del Collar de Perlas

## ¿Cuántos jugadores?

- 2–6

## ¿Qué necesito?

- Cada grupo debe tener:
  - o Una copia del **Mapa de ubicación de las Perlas**, un juego completo de **Tarjetas de Pistas**, una **Tarjeta de Puntuación**, una **Clave de Respuestas**, una «papa caliente» (como un borrador, una pelota pequeña o un objeto similar) y un dado, una aguja giratoria o una bolsa con trozos de papel numerados del 1 al 6.
- **Cada jugador debe tener:**
  - o Una **Ficha de Datos del Collar de Perlas**

## ¿Cuál es el objetivo del juego?

- Los jugadores compiten para identificar y localizar las perlas del río Colorado usando la información proporcionada en las **Tarjetas de Pistas**.

## ¿En qué consiste?

- Un jugador toma la tarjeta que se encuentra en la parte superior del montón de **Tarjetas de Pistas** y lee las pistas una por una a los otros miembros del grupo, mientras que cada jugador trata de ser el primero en identificar la perla.
- Cuando un jugador cree tener la respuesta, toma la «papa caliente» y dice la respuesta.
- Si la persona acierta, se coloca una marca junto a su nombre en la **Tarjeta de puntuación**. La persona puede ganar un punto adicional si muestra la ubicación de la perla en el **Mapa de ubicación de las perlas** (nota: en el mapa se muestran más perlas de las que se incluyen en este juego).
- Si la respuesta dada **no** es la correcta, se deja en su lugar la «papa caliente». El lector sigue leyendo las pistas hasta que un jugador que haya tomado la «papa caliente» dé la respuesta correcta.
- Los jugadores deben escribir el nombre de cada lugar correctamente identificado junto al número correspondiente en el tablero de juego.
- Una vez que se ha identificado una perla o que se han leído todas las pistas de una tarjeta, el jugador que está sentado a la izquierda del lector debe tomar la siguiente tarjeta y leer las pistas al resto del grupo.
- Las perlas cuyos nombres no se adivinen deben separarse del resto para intentar adivinarlos después.
- El ciclo continúa hasta que se hayan leído todas las tarjetas.
- Al final del juego, los jugadores deben trabajar juntos para identificar las perlas que no se hayan identificado.
- El jugador que tenga más puntos en la tarjeta de puntuación será el ganador.

# Ficha de Datos del Collar de Perlas

## 1. Reserva Provincial de Flora Domuyo (Área Protegida Provincial).

Se halla en el norte de la Provincia del Neuquén, en los Departamentos Minas y Chos Malal. El área protegida no posee plan de manejo ni tampoco categoría de manejo asignada. El clima es templado seco en verano y frío seco en invierno. En este lugar se encuentran rocas de la Era Mesozoica, abundando el basalto terciario y cuaternario. El área presenta un sinnúmero de afloramientos rocosos de tipo columnar, grandes cañadones y valles glaciarios. Se destacan además el Volcán Domuyo y cumbres pertenecientes a la Cordillera del Viento, que con sus 75 km. de largo es uno de los accidentes geográficos más importantes de Patagonia. Existen fuentes termales, géiseres, fumarolas e intermitentes arroyos y vertientes de aguas calientes que en total suman 18. En el área se encuentran representadas dos Provincias Fitogeográficas, la Patagónica (Distrito Occidental) y en las zonas más altas la Altoandina. La primera se halla representada por una estepa herbácea baja de neneo y coirones de los géneros *Stipa*, *Poa* y *Festuca* junto a otras especies acompañantes. La segunda es un semidesierto en el que abundan vegetales adaptados a soportar condiciones xéricas extremas, frío, fuertes vientos y notables acumulaciones de nieve. Sin embargo, en los cajones montañosos más protegidos de la Cordillera del Viento se puede encontrar una vegetación más exuberante con lengas, radales y maitenes creciendo a orillas de pequeños arroyos. En las aguas del Arroyo Aguas Calientes existe una interesante comunidad de algas verdeazules (Cianofíceas) termófilas, es decir adaptadas a soportar altas temperatu-

ras. La comunidad algal sostiene una interesante fauna de invertebrados (moluscos, insectos y arácnidos) y está sujeta a continua depredación debido a las propiedades curativas que se le atribuyen. No existen relevamientos de vertebrados en este área protegida. Sin embargo se sabe que habitan en ella pumas, zorros colorados, chinchillones, cóndores, águilas moras y varias especies más de aves altoandinas. En varios de los arroyos correntosos del área protegida habita el pato de los torrentes. El área protegida Domuyo posee restos fósiles de amonites.

## 2. Parque Provincial El Tromen (Área protegida Provincial).

Fue creado el 15 de octubre de 1971. Su nombre deriva del vocablo indígena «tomen», que significa totora o espadaña. Al Volcán Tromen se lo llama también «Pun Mahuida», que significaría cerro negro o nublado. Está ubicado el Norte de la Provincia del Neuquén, en los Departamentos Chos Malal y Pehuenches. El clima es riguroso en invierno y cálido y con grandes oscilaciones térmicas en verano. En invierno las nevadas son muy abundantes. El parque se encuentra en la zona denominada Macizo del Tromen, cuyo paisaje es típicamente volcánico, formado por conos, coladas lávicas y escoriales, sobresaliendo las que descienden de las laderas del Volcán Tromen, las cuales ponen de manifiesto la intensa actividad magmática que presentaba este volcán en tiempos pasados.

Sus elevaciones principales son el Volcán Tromen (3.978 m sobre el nivel del mar) y el Cerro Wayle (3.182 m sobre el nivel del mar), aunque la cima de este último no se encuentra dentro de los lí-

## Ficha de Datos del Collar de Perlas

mites del parque. Los cuerpos de agua principales son la Laguna Tromen y el Bañado Los Barros. La Laguna Tromen se encuentra al pie de la ladera noroeste del Volcán Tromen a una altura sobre el nivel del mar de 2.100 m y cubre una superficie aproximada de 4 Km<sup>2</sup>. La vegetación del parque es esteparia, destacándose varias especies de gramíneas. En la zona existe un arbusto, el colimamil o leña amarilla, llamado así por el color de su corteza, el cual puede sobrepasar los 3 m de altura. Esta planta es una especie de distribución restringida y en el pasado formaba extensos bosquecillos. Hoy solo sobreviven unos pocos ejemplares debido a la explotación que sufre para ser utilizado como leña. Los representantes más conspicuos de la fauna son las aves, y la avifauna acuática que habita la Laguna Tromen y Bañado Los Barros, constituyen el principal motivo de creación del parque. Entre otras sobresalen el macá común, macá plateado, garza bruja, bandurria baya, flamenco austral, cisne de cuello negro, coscoroba, cauquén de cabeza gris, cauquén común, pato juarjuel, pato zambullidor grande, pato maicero, pato overo y pato cuchara. También se destacan numerosas especies de aves migratorias.

**3. Parque Nacional y Reserva Nacional Laguna Blanca (Área Protegida).** Se encuentra en la meseta Patagónica al sudoeste de la provincia de Neuquén en el Departamento de Zapala. El relieve del paisaje corresponde al típico de las cercanías de la precordillera andina, con mesetas escalonadas que van decreciendo hacia el este. Está enclavado entre cerros cónicos de pendientes suaves y «bardas» de paredes abruptas.

Fue creado con el objeto de proteger el ecosistema lacustre que le da nombre al parque que alberga una de las poblaciones más abundantes de Cisnes de Cuello Negro, junto a una gran variedad de otras aves acuáticas. El clima es frío y seco, con fuertes vientos del Oeste, veranos secos y heladas durante casi todo el año. La Laguna Blanca es alimentada por dos arroyos de caudal temporario: el arroyo Pichi Traful y el arroyo del Llano Blanco y es posible que reciba otros aportes subterráneos. La flora corresponde a la característica de la región occidental de la estepa patagónica. No existe vegetación boscosa y predomina la formación arbustiva baja y espinosa. El Calafate, el Duraznillo, el Quilimbay, el Molle, el Colapiche, son especies arbustivas características. Dentro de la laguna existen especies netamente acuáticas como el Potamogeton y la Vinagrilla, que forman auténticas praderas sumergidas y son el principal sustento de las aves acuáticas de Laguna Blanca. El oleaje frecuentemente las desenraiza y las acumula en forma de densos colchones sobre las orillas de la Laguna. La avifauna acuática constituye lo más notable de este Parque. El Cisne de Cuello Negro se distingue entre todas las especies, por su belleza y abundancia, se estima que viven en la laguna cerca de 2.000 ejemplares. Están también presentes entre muchos otros, los Flamencos Andinos, que suelen formar numerosos grupos más o menos numerosos sobrepasando el medio centenar de individuos según la época del año.

**4. Reserva provincial Lagunas del Epulafquen, Relictos de Bosques de Nothofagus y Austrocedrus (Área de biodiversidad sobresaliente).**

## Ficha de Datos del Collar de Perlas

Las Lagunas de Epulafquen se hallan dentro de una reserva turística forestal de siete mil quinientas hectáreas. Se encuentra abrazado al sur por el Currué Grande. El paisaje circundante es montañoso, contrastando con la parte oeste que es boscosa y la parte este que es xerófila. Esta reserva fue creada en 1973 para proteger los bosques de lenga y roble pellín con ejemplares de hasta 30 metros de altura, encontrándose en el lugar frutillas silvestres, ñires y gran variedad de flores multicolores. La fauna ictícola nativa la integran el Puyén, las Peladillas, el Pejerrey Patagónico, el Bagre Aterciopelado y los diminutos bagrecitos de arroyo.

Se ha estudiado 22 fuentes hidrotermales en una superficie cercana a 5 hectáreas. Posee las renombradas fuentes termales de Lahuen-Co, que atraen al turismo, tanto nacional como internacional. Estas se encuentran en un pequeño valle transversal de origen glaciario, de terreno húmedo y pantanoso, por el cual circula el río Oconi, tributario del lago Carilafquen (lago verde) y el arroyo de las termas que se une al río Oconi, atravesando un área de mallín en dirección su norte.

### **5. Parque Nacional, Reserva Natural Lanín (Área de biodiversidad).**

Está ubicado al Sudoeste de la provincia de Neuquén, Dpto. Los Lagos. Fue creado con el objeto de resguardar un sector representativo de la región andino patagónica, cuencas lacustres y nacientes de ríos. El Parque Nacional Lanín toma su nombre de un volcán extinto de 3.777 m. de altura que, al sobrepasar todos los otros picos de la zona, domina el panorama montañoso en estas latitudes desde cualquier án-

gulo. Aparte de las bellezas escénicas, Lanín contiene una variedad de comunidades vegetales únicas en el país por su composición específica. Una sucesión de cuencas lacustres se hallan protegidas, cada una de ellas conteniendo comunidades vegetales propias que se hallan preservadas de la actividad maderera y aseguran el caudal de importantes obras hidroeléctricas, como El Chocón. La mitad norte del Parque, entre el Lago Ñorquinco y el Huechulafquen, es dominio del Pehuén o Araucaria, que ocupa los valles y laderas occidentales. La selva Valdiviana, ambiente boscoso que ocupa las áreas de mayor humedad, es otra de las características de este Parque, en ella se pueden encontrar una gran variedad de especies endémicas. Entre la fauna que habita el Parque se encuentran tres en peligro de extinción: el Huemul, el Pudú y el Huillín. Entre las aves encontramos al Pato de los Torrentes que vive asociado a los cauces de aguas rápidas y turbulentas. El Parque alberga 53 comunidades indígenas pertenecientes a la cultura Mapuche, englobadas en las reservaciones de Rucachoroi y Curruhuinca. La cría de ganado, el cultivo, tejido y otras artesanías componen la economía básica de estos pobladores. Las especies exóticas como el Ciervo Colorado, el Ciervo Dama, el Jabalí y la Liebre, fueron introducidas desde Europa para «embellecer la empobrecida fauna» de nuestros ambientes y hoy causan un serio impacto en los bosques que no están adaptados a estas especies.

### **6. Parque Nacional y Reserva Natural Nahuel Huapi (Área de biodiversidad).**

Se ubica al sudoeste de la provincia de Neuquén, Dpto. Los Lagos y extremo

## Ficha de Datos del Collar de Perlas

oeste de Río Negro, Dpto. Bariloche. Limita al norte con el Parque Nacional Lanín, e incluye al Parque Nacional Los Arrayanes. La creación del Parque Nacional Nahuel Huapi va de la mano con la creación del sistema de áreas naturales. Fue creado con el objeto de resguardar un sector representativo de la región andino patagónica, cuencas lacustres y nacientes de ríos.

Presenta sus mayores elevaciones sobre el macizo andino, disminuyendo hacia el Este, en la meseta patagónica. Las más altas cumbres demarcan el límite con Chile, donde sobresale el Cerro Tronador de 3554 mts. Profundos valles y quebradas, llamados «pasos», permiten el cruce hacia Chile. Es característico de la zona la presencia de lagos y ríos caudalosos, que desaguan hacia el Atlántico o el Pacífico, alimentados por abundantes lluvias y derretimientos de nieves y glaciares. La cuenca más importante es la del Nahuel Huapi (600.000 ha.). En el límite sur del parque encontramos el río Manso, uno de los más característicos de la zona. Los lagos cuentan con fauna de peces autóctonos como la perca o trucha criolla y el puyen o introducidos como el salmón, la trucha arco iris y la marrón. El bioma dominante en la zona, los bosques subantárticos, contiene una importante cantidad de árboles nativos, como el Ciprés y el Cohiue. En algunos sitios muy húmedos se forman bosquecillos de Arrayán, Patagua y Palo Santo. Los mamíferos autóctonos, como los ciervos Pudú y Huemul, el Puma y el Huillín, son escasos y rara vez se los ve. Entre las aves, se puede observar en las altas cumbres el majestuoso Cóndor. Hacia el Este se encuentra otro bioma,

la estepa, en esta la fauna es fácil de observar, siendo abundantes las aves rapaces.

### 7. Reserva Forestal Batea Mahuida (Área de Biodiversidad).

Se ubica en el centro-oeste de la Provincia del Neuquén, en el Departamento Aluminé. El acceso se produce por la Ruta Provincial N° 12 que conduce hacia el Paso Fronterizo del Arco. Se encuentra en su totalidad sobre tierras fiscales provinciales.

El clima es húmedo y fresco en verano, oscilando los inviernos de fríos a ligeramente moderados. Batea Mahuida se encuentra en la zona de los Andes Patagónicos, siendo éstos una prolongación de los Andes Áridos o del Geosinclinal. La principal elevación del área es el Cerro Piñihue de 1.914 m sobre el nivel del mar, y en esta zona se encuentran las nacientes del Arroyo del Arco. El Cerro Batea Mahuida está ubicado a una altura aproximada de 2.000 m. sobre el nivel del mar, a 8 Km. de Villa Pehuenia y 65 Km. de Aluminé, en territorio de la Reserva Indígena de la Agrupación Mapuche Puel. Su nombre deriva de Batea por la depresión de su cumbre y el vocablo mapuche «Mahuida» que significa «cerro o montaña». El Volcán Batea Mahuida no se encuentra dentro de los límites del área protegida. El volcán cuenta con nieve temprana y en gran cantidad, lo que lo hace muy atractivo para los amantes del esquí. El área protegida resguarda una muestra de los Bosques Subantárticos. Del 30 al 40% de la superficie está ocupada por bosques semidensos a abiertos de araucaria con sotobosque de ñire (sumamente pastoreados) característicos de cañadones, cañadas y planicies

# Ficha de Datos del Collar de Perlas

altas. No existen relevamientos faunísticos en el área protegida.

## 8. Huemul - Ciervo Nativo de Argentina.

También llamado shonen por los tehuelches, el huemul es un ciervo nativo de los bosques patagónicos, una especie única de Argentina y Chile. Protegido en los Parques Nacionales Nahuel Huapi, Los Alerces, Lago Puelo, Perito Moreno y Los Glaciares, en 1996 fue declarado Monumento Natural para asegurar su preservación. Puede vivir en grupos de hasta diez integrantes. Sus hábitos lo llevan a buscar los prados altoandinos en verano y valles en invierno, donde consume hojas tiernas, tallos y flores de hierbas. Adaptados a los ambientes montañosos. El pelaje, pardo, grueso, neumático y algo oleoso, le permite nadar con facilidad las frías aguas de lagos, ríos y arroyos, además de ser un excelente abrigo. Sólo los machos, que pueden llegar a superar los 90 kg, presentan cornamentas de astas sencillas con una bifurcación, que renuevan todos los años. De comportamiento contradictorio, pueden mostrarse tanto confiados y curiosos, como ariscos. La fragilidad de sus poblaciones hace que la especie sufra una retracción, lo cual la pone en peligro de extinción a nivel nacional e internacional. Múltiples factores ocasionan la reducción de sus poblaciones principalmente, la transformación de su entorno natural por la cría de ganado bovino y ovino, las construcciones a gran escala de caminos, la minería, la quema de grandes áreas para pasturas y la explotación forestal. Las especies exóticas introducidas también constituyen una fuerte amenaza, compitiendo por la comida y transmitiéndoles enfermedades.

## 9. Huillín.

El huillín es un mamífero acuático que vive exclusivamente en la región patagónica argentina y chilena, y está categorizado –tanto nacional como internacionalmente– «En peligro de extinción». Mide hasta 1,20 m de largo y está muy especializado para la vida acuática y costera. Frecuenta actualmente en nuestro país dos tipos de ambientes bien definidos: Los ríos, lagos y lagunas de los bosques subantárticos sin abandonarlos nunca, lo que ocurre en las provincias de Neuquén, Río Negro y tal vez el noroeste de Chubut. En la región de Nahuel Huapi se alimenta principalmente de crustáceos acuáticos (cangrejo o «pancora», y langostino), con un porcentaje minoritario de peces. El huillín tiene 3 requerimientos básicos: agua en buen estado – alimento en el agua – franja de vegetación y ambiente costero en buen estado.

En las costas de los lagos patagónicos es posible encontrar con relativa facilidad heces, «comederos» formados por la superposición de valvas de las almejas, resultando este método el más fácil para detectar su presencia. El huillín oculta sus cachorros en cuevas o madrigueras, cavadas entre las raíces de árboles ubicados cerca del agua.

La piel del Huillín es apreciada en peletería, y a pesar de la prohibición desde 1950 de su captura, tráfico y exportación en nuestro país, puede motivar aún puntualmente su captura. En la Argentina, aproximadamente 2.086.000 ha. de Parques Nacionales amparan buena parte de su área de distribución.

## 10. Valle Encantado.

Confluencia, a 67 kilómetros de Bariloche, es el paraje donde se encuentran

## Ficha de Datos del Collar de Perlas

dos de los ríos más caudalosos que surcan esta región: el Limay y el Traful. Sin embargo ya no es posible apreciar el choque entre estos dos colosos, debido a que el área fue inundada por las aguas del embalse de la represa de Alicurá. Hoy el aspecto de este lugar es el de un gran lago.

En esta zona, las serranías están coronadas por curiosas formaciones de origen volcánico, que asemejan castillos y catedrales góticas. La gran variabilidad en la dureza de sus rocas, provocó que la lluvia y el viento las fueran desgastando de manera despareja, tallando las llamativas figuras que dan el nombre a la zona.

Algunas formaciones fueron bautizadas y hoy son popularmente conocidas, como «El dedo de Dios» y «El centinela del valle». Bosques y matorrales abiertos ocupan estos ambientes de transición, donde el ciprés de la cordillera domina el paisaje. Sobrevolando majestuoso, el cóndor encuentra aquí lugares adecuados de nidificación y dormitorios, así como abundante alimento en los animales muertos de la cercana estepa.

**11. Cuevas Cuyín Manzano y Traful.** Hace 10.000 años ya se habían establecido grupos humanos en territorio de la actual Provincia del Neuquén. Se han detectado materiales de esa antigüedad pertenecientes a grupos cazadores que utilizaban puntas de proyectil y raspadores. Algunos de los fechados más antiguos obtenidos hasta el momento corresponden a los sitios **Cueva Cuyín Manzano y Cueva Traful.**

**Cueva Cuyín Manzano:** está situada en la margen derecha del río Cuyín Manzano, Departamento Los Lagos. Presenta ocupaciones desde 9.920 años

a.p.. Sus primeros pobladores fueron cazadores de guanacos, zorro, pequeños roedores, y recolectores de vegetales. Confeccionaban diversos instrumentos de piedra como raspadores, cuchillos, raederos, etc. Algo más tarde puntas de proyectiles, perforadores e instrumentos para la molienda.

**Cueva Traful:** está situada en la margen derecha del río Traful, Departamento Los Lagos. Data de 9.430 a.p. Los primeros momentos de ocupación de la Cueva Traful, presentan lascas de sílice, fogones y panes de ocre (pintura). Hace 7859 años a.p. sus ocupantes confeccionaban raspadores, cuchillos, raederos, puntas de proyectil y también punzones de hueso. Se destacan el hallazgo de restos un párvulo (niño pequeño) y la presencia de fogones. Se cazaba guanaco, zorro, aves, etc.

### 12. Volcán Lanín.

Es una montaña emblemática de la provincia argentina de Neuquén. Se encuentra ubicado a lo largo de la frontera argentino - chilena. Se trata de un volcán extinto, formado entre el tardío Plesitoceno y el temprano Holoceno, de 3.776 metros de altura. Es la montaña más alta del parque nacional homónimo, supera en promedio en 1800 mts a las cumbres que lo rodean, haciendo valer su majestuosa presencia y dejándose ver desde rincones muy remotos. Desde la cumbre la vista es única, imponente. Sobrevuelan en ella aves rapaces como el halcón peregrino, el águila mora y el aguilucho común. Su base se ubica a 1200 metros sobre el nivel del mar, en cercanías del lago Tromen. El bosque predominante es de araucarias, con un paisaje estepario abierto. Fue reportada alguna actividad en el volcán Lanín luego de un

## Ficha de Datos del Collar de Perlas

sismo del año 1906, pero esto no pudo ser verificado. Según otras fuentes, registró actividad en el siglo XVIII. Tampoco se conocen erupciones en tiempos históricos, aunque se estima que la última probablemente se produjo en el siglo VI de la era Cristiana. Actualmente, el cráter del Lanín se halla sepultado bajo un glaciar. En efecto «lanín», según Gregorio Alvarez, historiador Neuquino, significaría «muerto» en mapuche moderno (de «lan», muerte e «in», partícula afirmativa). Otras fuentes, traducen el vocablo «lanín», como «que se hunde».

### 13. Carmen de Patagones.

Carmen de Patagones está ubicada sobre la margen norte del río Negro. Fue el primer asentamiento estable de la Patagonia y por ello es la ciudad más antigua del sur argentino. Su denominación posee un doble significado, por un lado, se debe a la patrona de la localidad, la virgen Nuestra Señora del Carmen y Patagones es una alusión a la talla y tamaño de los pies que se atribuía a los aborígenes de la región. Esta ciudad comienza a su historia efectiva el 20 de junio de 1779, después de una gran crecida del río, cuando desde la margen sur fueron trasladados los habitantes de fuerte fundado el 22 de abril del mismo año por Francisco Viedma y Narváez, en nombre del Rey de España. Patagones conforma una comarca con Viedma, Capital de la Provincia de Río Negro, donde el río homónimo las une en una historia y una vida en común.

Sus Calles «maragatas», de irregular y pintoresco trazado, se combinan con notables lomas en el sector norte y las pronunciadas pendientes hacia el río, aliviadas por escalinatas bicentenarias construidas con grandes lajas pétreas.

Como consecuencia del clima y del régimen pluviométrico se practica la agricultura de secano, prevaleciendo el cultivo de trigo. También se cultiva cebolla, morrón y ajo. La fruticultura y la horticultura se realizan en la ribera del Río Negro y las inmediaciones del Río Colorados. En ganadería, la principal fuente de recursos es la cría de bovinos. El Turismo en el litoral marítimo incluye las playas en la desembocadura del Río Negro y las atracciones naturales en la ribera del mismo curso de agua, acentuadas por la creatividad de organismos oficiales y privados.

### 14. Dique Ballester y Canal Principal de Riego del Alto Valle.

El Dique Ingeniero Ballester cuya longitud total es de 420 mts., está ubicado a 30 km de las ciudades de Neuquén y Cipolletti. Las obras se iniciaron en enero de 1910 y se desarrollan hasta los años 1928 y 1931 con trabajos de ampliación del Dique encabezadas por el Ing. Apolinario Passalacqua, para regular las aguas del río Neuquén que por sus crecidas impedían el asentamiento de colonias agrícolas.

Es cabecera del sistema de riego del Alto Valle de Río Negro y posee un canal principal de 130 km. de largo que nace en su costado y que se complementa con una vasta red de canales secundarios y terciarios. El Canal Principal de Riego del Alto Valle es el principal elemento de la economía productiva de la región y, a pesar del mantenimiento que se realiza cada año con el pago de canon de riego de todos los productores, presenta pérdidas por filtración a lo largo de su recorrido. El problema por las pérdidas o filtraciones de las aguas del canal de riego se dan en los sectores pro-

## Ficha de Datos del Collar de Perlas

ductivos: el efecto aguas claras, sin sedimentos limo arcillosos, hace que las paredes del canal no se impermeabilicen con un sellado natural y las filtraciones elevan la napa freática originando esto mayor salinidad en el suelo, perdiendo el mismo las propiedades beneficiosas para la producción. Por otra parte hay un crecimiento excesivo de vegetación acuática debido a la mayor penetración de rayos solares, que dificulta el escurrimiento hidráulico y la eficiencia del canal y por lo tanto demanda mayor caudal, sumado a esto el problema del estiaje (caudal mínimo) natural periódico del río en época estival que posibilita el drenaje de los mantos freáticos. Al no existir estiaje y mantener todo el año altos caudales en los ríos, las napas continúan recargadas sin el drenaje natural de los suelos en bajante; agregando mayor salinidad al suelo.

### 15. Central Hidroeléctrica El Chocón.

El Chocón es una represa generadora de energía hidroeléctrica, ubicada sobre el río Limay a 90 km de la ciudad de Neuquén. Junto con la Central Planicie Banderita integra el denominado «Complejo Hidroeléctrico El Chocón – Cerros Colorados». Se comenzó a construir en la segunda mitad de la década de 1960 y fue inaugurada en 1972; se la denominó «la obra del siglo», pues fue el primero de los grandes proyectos hidroeléctricos de la Argentina. La presa tiene una longitud de «coronamiento» de 2500 m. y el agua turbinada es regulada aguas abajo por el dique Compensador Arroyito. El embalse formado lleva el nombre de Ezequiel Ramos Mexía y entre sus atractivos se encuentra la pesca deportiva principalmente de truchas Marrones, Arco Iris y Perca; a sus orillas se encuentra la Villa El Chocón.

### 16. Paleontología: Dinosaurios en El Chocón.

En el ámbito de las localidades de El Chocón y Picun Leufú, se encontraron abundantes huellas de gran variedad de dinosaurios y en muy buen estado de conservación. Esos detalles hacen que sean lugares de un gran privilegio a nivel mundial.

Los dinosaurios cuyas huellas fueron preservadas en las rocas de los alrededores del Lago Ezequiel Ramos Mexía, vivieron hace unos 105 millones de años; el *Giganotosaurus carolinii*, con sus diez toneladas de peso, es considerado como uno de los carnívoros más grandes que se hayan encontrado hasta el presente. Sus 15 m de largo, sus vértebras dorsales de 1,65 m y sus dientes de 22 cm, así lo presentan.

En aquellos remotos tiempos el área de El Chocón-Picun Leufú, fue una zona relativamente llana en la cual había lagunas de baja profundidad, pero de gran extensión, unidas quizás por ríos de corriente lenta. El clima cálido y húmedo con estaciones secas, probablemente subtropical, daba al paisaje un aspecto muy diferente al desértico que presenta actualmente.

En sus orillas vivían una variada y numerosa fauna de dinosaurios, cocodrilos, tortugas y sapos, que podrían haber sido habitantes permanentes de la zona.

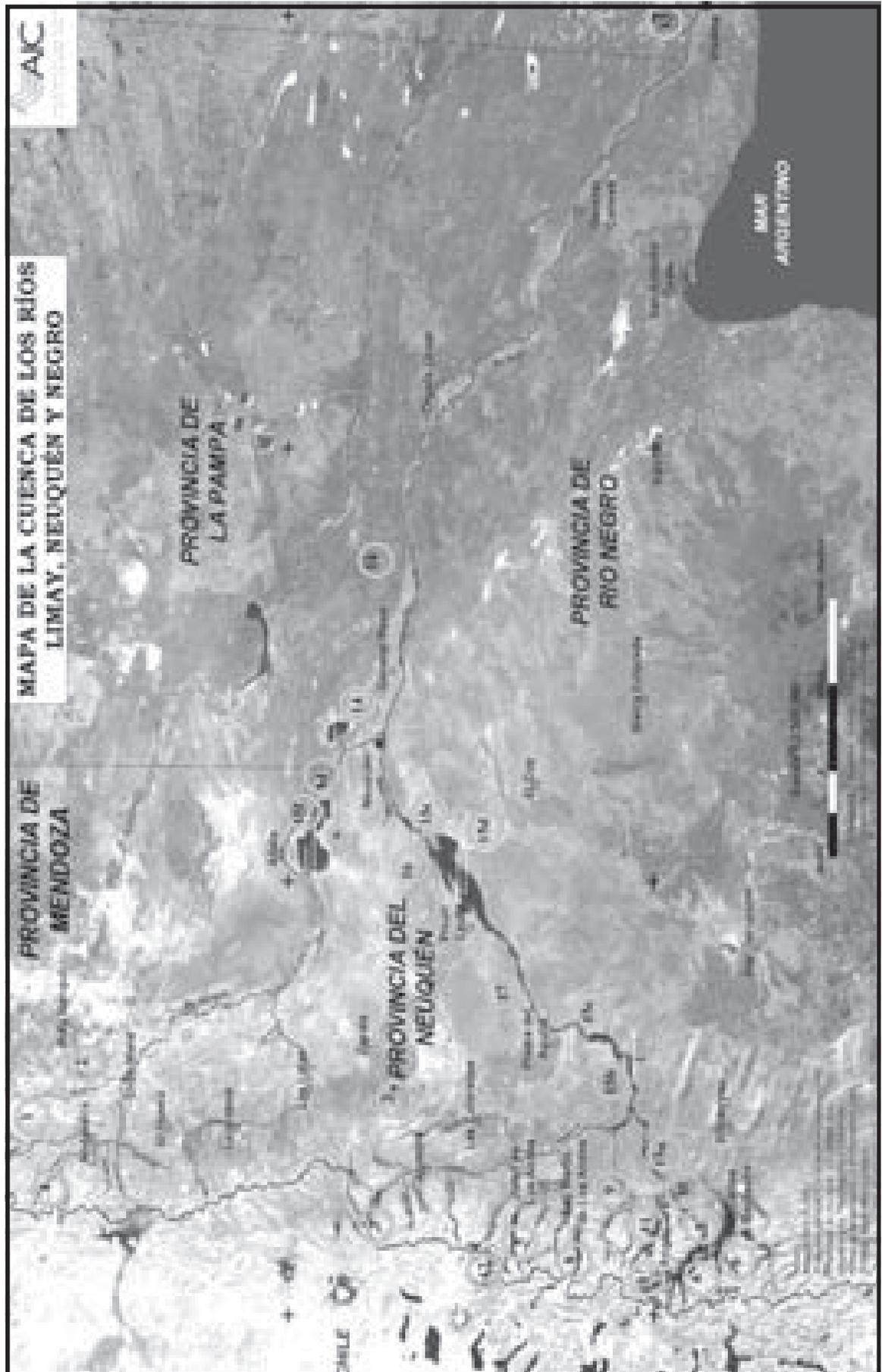
En un afloramiento de rocas de la Formación Candeleros, posiblemente de entre 90 y 100 millones de años de antigüedad, se han conservado una interesante variedad de huellas asignadas a dinosaurios bípedos, tanto herbívoros como carnívoros. Las huellas se ven bastante bien, impresas en la roca rojiza, de lo que fue un lodo de la orilla de un lago que existió en aquella época.

La Villa El Chocón permite la investigación y el turismo garantizando la conservación de estos invaluable bienes que la tierra oculta en su interior.

---

## Clave de Respuestas para las Perlas

1. Reserva Provincial y Area Protegida Flora Domuyo.
2. Parque Provincial y Area protegida El Tromen.
3. Parque Nacional, Reserva Nacional y Area Protegida Laguna Blanca.
4. Reserva provincial y Area de Biodiversidad Sobresaliente Lagunas del Epulafquen, Relictos de Bosques de Nothofagus y Austrocedrus.
5. Parque Nacional, Reserva Natural y Area de Biodiversidad Lanín.
6. Parque Nacional, Reserva Natural y Area de Biodiversidad Nahuel Huapi.
7. Reserva Forestal y Area de Biodiversidad Batea Mahuida.
8. Huemul.
9. Huillín.
10. Valle Encantado.
11. Cuevas Cuyín Manzano y Traful.
12. Volcán Lanín.
13. Carmen de Patagones.
14. Dique Ballester y Canal Principal de Riego del Alto Valle.
15. Central Hidroeléctrica El Chocón.
16. Paleontología: Dinosaurios en el Chocón.



---

## Referencias

1. Reserva Provincial de Flora Domuyo (Área Protegida Provincial).
2. Parque Provincial El Tromen (Área Protegida Provincial).
3. Parque Nacional y Reserva Nacional Laguna Blanca (Área Protegida Nacional).
4. Reserva Provincial Lagunas del Epulafquen, Relictos de bosques de Nothofagus y Austrocedrus (Área de biodiversidad sobresaliente).
5. Parque Nacional y Reserva Natural Lanín (Área de biodiversidad).
6. Parque Nacional y Reserva Natural Nahuel Huapi (Área de biodiversidad).
7. Reserva Forestal Batea Mahuida (Área de biodiversidad).
8. Huemul.
9. Huillín.
10. Valle Encantado.
11. Cuevas Cuyín Manzano y Traful.
12. Volcán Lanín.
13. Historia de Carmen de Patagones.
14. Dique Ballester y Canal Principal de Riego del Alto Valle.
15. Central Hidroeléctrica El Chocón.
16. Paleontología: Dinosaurios en El Chocón.

# Cálculos de riego

## ■ Edad estimativa

De 12 a 17.

## ■ Áreas del Conocimiento

Matemáticas, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Economía.

## ■ Duración

Tiempo de preparación: 60 minutos.

Tiempo de la Propuesta Didáctica: 60 a 120 minutos.

## ■ Lugar

Al aire libre (se requiere un patio u otra área con acceso a una manguera u otra fuente de agua, de preferencia en un día soleado).

## ■ Habilidades

Calcular, simular, analizar, evaluar, aplicar, discutir.

## ■ Propuestas Relacionadas

Los alumnos podrán relacionar la eficiencia de riego, calculando la cantidad de agua existente a lo largo de una cuenca en la Propuesta Didáctica "El árbol genealógico de las canillas".

## ■ Vocabulario

Riego complementario / suplementario, conservación, eficiencia de riego, evaporación, riego, salinidad.

*Si fueras un agricultor, ¿cómo evitarías que se escurrieran tus ganancias?*

## ▼ Propósito

Aprender acerca del balance de los factores que hacen eficiente el riego, determinando a los grupos de alumnos como «unidades funcionales de riego».

## Objetivos

- Definir el concepto de eficiencia de riego.
- Determinar los costos y beneficios de los diferentes sistemas de riego.
- Identificar diferentes sistemas de riego empleados en la cuenca del Río Negro.
- Evaluar los factores que determinan qué sistema de riego se usa en un lugar específico.
- Presentar una propuesta de distribución del agua equitativa para todos los usuarios.
- Explicar qué factores de la eficiencia de riego están bajo el control de «unidades funcionales de riego» y cuáles no.

## Materiales

- *Un tacho de basura de 190 litros* (limpio).
- *Cinco baldes de 20 litros.*

- *Cinco baldes de 4 litros.*
- *Taladro y broca de ½ pulgada* (12.7 mm).
- *\$1,000 en dinero de juguete para cada temporada* (ver **Dinero de juguete**, página del estudiante).
- *Cinco pedazos de papel numerados de 1 al 5, y un recipiente o bolsa de donde sacarlos.*
- *Acceso a una manguera u otra fuente de agua.*
- *Mudas de ropa* (para todos los estudiantes).

## ▼ Marco Teórico

La agricultura ha sido importante en la cuenca del río Negro desde fines del siglo XIX. Hace ciento veinte años, los grupos indígenas (tehuelches: indígenas nómadas que vivían de la caza, la pesca y la recolección de frutos) comenzaron a cultivar en la cuenca. Debido a la escasa precipitación que se registra en las áreas geográficas de valle dentro de las cuencas que estamos considerando los cultivos que se desarrollan son de regadío desde que se inició la práctica de la agricultura.

El riego se define como el proceso de captar agua de una determinada fuente, conducirla hasta donde se

requiere y aplicarla a los suelos con cultivos, en el tiempo y cantidad necesaria. En algunos sitios se realizan cultivos anuales, con prácticas de agricultura de secano (pasturas de secano) pero en las principales áreas agrícolas de la cuenca se utiliza algún sistema de riego. Sin el riego, la mayoría de las regiones productivas que se encuentran hoy en la cuenca, sencillamente no existirían.

El riego puede variar desde simplemente almacenar el agua de lluvia y regar manualmente los cultivos, hasta utilizar complejos sistemas computarizados de goteo que proporcionan una cantidad específica de agua a cada planta a una hora determinada. Se usan presas y derivaciones para almacenar y conducir agua desde ríos y embalses a las chacras. Sistemas de drenes y canales transportan agua a través de las chacras y drenan los excedentes de riego. Los métodos de riego que se emplean actualmente en la cuenca incluyen sistemas por inundación (melgas y surcos) siendo estos los más utilizados, por aspersión y goteo.

El riego eficaz implica cuidadosas decisiones de inversión y costos de energía. Al participar en esta actividad práctica, los estu-

diantes investigan las relaciones entre la eficiencia de riego, el costo de conducir el agua (casi siempre mediante equipos, uso de energía, mano de obra y otros costos de infraestructura) y el uso del agua, al tratar de desarrollar el sistema más eficaz posible.

La eficiencia del riego, es aquella asociada con el agua requerida, entregada a las parcelas, y aplicada a los suelos con cultivo. Se determina mediante una combinación de factores que incluyen, la cantidad de agua que se pierde entre el punto de derivación y el punto de uso (en gran parte debido a la evaporación y a pérdidas por infiltración en canales) y la capacidad del suelo para retenerla una vez que se le aplica (por ejemplo, los suelos arcillosos tienden a retener el agua cerca de la superficie, de donde las plantas la pueden tomar por más tiempo que en suelos arenosos, que drenan rápidamente). Debido a esto, es importante señalar que no hay dos parcelas ni dos sistemas de riego que sean exactamente iguales.

Las diferencias en suelos, formas de la parcela (topografía y relieve), distancia hasta las fuentes de agua, costos de energía y otros factores hacen que cada situa-

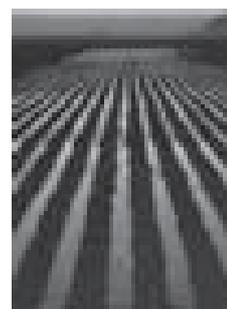
ción sea única, con su propia problemática y sus propios beneficios. Ni siquiera la más moderna tecnología de riego, combinada con un suelo excepcional, puede proporcionar una eficiencia del 100%. El agua que se «pierde» debido a fugas en canales y suelos de drenaje rápido, en ocasiones resulta en la creación de humedales y hábitat para flora y fauna silvestres. Además, el agua que fluye nuevamente hacia ríos y arroyos después de haber sido aplicada a los sembradíos (aguas de retorno agrícola) es importante para los usuarios de aguas abajo.

El Alto Valle del Río Negro, Provincia de Río Negro y Neuquén; el valle Medio Provincia de Río Negro; y el valle Inferior Provincia de Río Negro y Buenos Aires, son las principales zonas agrícolas que en la cuenca se riegan con agua del río Neuquén, Río Negro y sus tributarios.

En algunos lugares del Alto Valle se utilizan complejos sistemas computarizados. Los sistemas de riego a lo largo y ancho de la cuenca van desde los muy sencillos hasta los altamente tecnificados. Mediante ellos se cultivan cientos de productos, desde pasturas hasta duraznos, y se cría ganado.

# Sistemas de riego comunes en la cuenca del río Negro

**1. Riego por pivote central:** Este sistema utiliza un aspersor eléctrico automático, el cual riega mediante un brazo giratorio con ruedas en un pivote central. El agua se aplica uniformemente mediante un incremento progresivo en el tamaño de las boquillas, desde el pivote hasta el extremo de la línea. La velocidad a la que se aplica el agua depende de qué tan rápido se mueva el pivote. La mayoría de las unidades riegan aproximadamente 526,000 m<sup>2</sup>, y los círculos verdes que crean se pueden observar desde un avión.



*Riego por superficie.*

**2. Aspersor de avance frontal:** En un sistema de aspersión de avance frontal, el agua se riega mediante cabezas de aspersión montadas en un tubo que se eleva sobre ruedas móviles. La presión del agua, generada por bombas eléctricas, impulsa el sistema. Este se usa para parcelas de forma cuadrada o rectangular.



*Riego gravitacional.*

**3. Riego por inundación:** (melgas, surcos) El riego por inundación es un proceso en el cual la superficie completa del suelo se cubre (inunda) con agua. Generalmente, el agua se lleva mediante un canal de riego, o se bombea a los sembradíos utilizando bombas eléctricas o de gas. En algunas áreas las regaderas no están revestidas, y los regadores utilizan una pala para liberar agua de las márgenes y construir pequeñas presas con lonas de plástico, para contener agua donde se necesite en la parcelas. Las chacras de frutales y los pastizales del Alto Valle del Río Negro, generalmente se riegan de esta manera.



*Riego localizado.*

**4. Sistema por Goteo:** Un sistema de tubos y mangueras se utiliza para suministrar agua a plantas individuales. Este sistema permite al regador controlar la cantidad de agua utilizada.



*Riego por aspersión.*

## Procedimiento

1. Rotule cinco baldes de 4 litros con los números 1 al 5.

2. Haga el siguiente número de agujeros de media pulgada en la parte inferior de los baldes de 4 litros:

- Balde 1—5 agujeros.
- Balde 2—10 agujeros.
- Balde 3—20 agujeros.
- Balde 4—30 agujeros.
- Balde 5—35 agujeros.

3. Apile los baldes evitando que los estudiantes vean los agujeros.

4. Arregle el patio de la siguiente manera: Llene de agua el tacho de basura de 190 litros? Disponga los baldes de 20 litros alrededor del mismo, a una distancia de aproximadamente 10 metros.

5. Haga copias del **Dinero de juguete**, *página del estudiante* (suficientes para

que cada grupo de cinco estudiantes tenga \$1,000). Recorte los billetes.

### ▼ Motivación

1. Pida a los estudiantes que describan los diferentes tipos de sistemas de riego que conocen o han visto en su área. Si los estudiantes son hijos de agricultores, pídeles que expliquen por qué su familia utiliza tal o cuál sistema de riego.

2. Comente el concepto de eficiencia de riego. ¿Tienen los estudiantes alguna opinión sobre qué sistemas son los más eficientes? ¿Por qué? ¿Por qué es importante la eficiencia de riego en la cuenca del río Negro.

### ▼ Desarrollo

1. Divida a los estudiantes en cinco grupos y reparta \$1,000 en dinero de juguete a cada uno.

2. Lea las siguientes instrucciones:

a. Cada grupo representa a una familia de agricultores de la cuenca del río Negro.

b. Cada uno de los campos agrícolas cuenta con \$1,000 para la temporada de riego.

c. El objetivo de esta actividad es regar los cultivos (acción representada al llenar un balde de 20 litros hasta el borde) empleando un sistema de riego (Los baldes de 4 litros apiladas al lado de usted). El tacho de basura representa la fuente de agua (canal de riego, río, embalse, etc.). El ganador es la familia a la que le sobre más dinero después de comprar un sistema de riego y de pagar los costos por regar esta temporada.

3. Con esto en mente, dígame a cada grupo que elabore un plan para com-

BALDE	AGUJEROS	COSTO	REPRESENTA
Balde 1	5	\$700	Sistema de goteo computarizado.
Balde 2	10	\$600	Lo último en tecnología. Sistema eléctrico de pivote central.
Balde 3	20	\$500	Sistema de aspersión de avance frontal.
Balde 4	30	\$300	Sistema de riego por gravedad con tubería de compuertas.
Balde 5	35	\$100	Sistema manual de riego por inundación.

prar un sistema de riego. Describa las diferencias entre los sistemas (ver **Marco teórico**). ¿Cuánto están dispuestos a gastar? (En la realidad, los agricultores investigan para determinar qué sistema es más conveniente para su situación particular.)

4. Pida a cada grupo que saque un pedazo de papel (numerados del 1 al 5) para determinar el orden en que tendrán la oportunidad de comprar un sistema de riego. Proceda a «vender» los «sistemas de riego» con los precios que se indican en la siguiente tabla. No deje que los estudiantes vean los agujeros de los baldes. Naturalmente, los estudiantes tendrán diferentes niveles de satisfacción con los baldes que reciban. Dígalos que algunos sistemas de riego son más eficientes que otros y que su eficiencia a menudo se refleja en su costo.

5. Informe a los estudiantes las reglas del juego:

- Los equipos utilizan sus baldes de 4 litros para llenar los de 20 litros, haciendo los viajes que sean necesarios hasta que se llenen o hasta que se les acabe el dinero. Todos van al «río» (tacho de basura) al mismo tiempo.
- Cada viaje al río cuesta \$50 por gastos de energía y mano de obra, cantidad que pagarán al maestro al

terminar de regar. Es responsabilidad de cada equipo llevar un registro de cuántos viajes realizaron para llenar sus cubetas y hacer su pago al terminar.

- Los baldes de 20 litros deben permanecer en el mismo sitio.

6. Pida a los estudiantes que tomen sus lugares junto a sus baldes de 20 litros. Antes de comenzar, pídeles que calculen el número de viajes al «río» que pueden costear después de comprar su sistema de riego. Pídeles que predigan si tendrán suficiente dinero para llenar su balde de 20 litros.

7. Cuando los estudiantes estén listos para comenzar, grite «¡Aregar!» Los equipos comienzan a llenar sus baldes de 20 litros, unos con mayor eficiencia que otros. Deberán acarrear agua (regar) hasta que llenen sus baldes o se queden sin dinero. **ADVERTENCIA:** Dependiendo del entusiasmo de los estudiantes, todos, incluso usted, pueden acabar muy mojados.

8. Al final de la propuesta didáctica deberá haber diversos resultados. Uno o más equipos acabarán empapados y sin aliento. Otros conservarán diferentes cantidades de dinero y de energía.

9. Pida a cada equipo que determine sus costos de riego y pague lo que deba. Solicite a cada uno que describan los pros y los contras de su sistema de riego.

10. Invite a los estudiantes a que comenten sobre lo siguiente: ¿Quién «ganó»? ¿Por qué? ¿Qué factores contribuyeron al éxito o fracaso? Dígalos que cada balde representa un tipo diferente de sistema de riego, con diferentes niveles de eficiencia.

11. Pida a los estudiantes que definan el concepto de eficiencia de riego. Invítelos a considerar las siguientes situaciones: En la vida real, no todos los agricultores necesitarían la misma cantidad de agua para regar sus cultivos. Si la parcela necesitara sólo la mitad de una cubeta, por ejemplo, ¿tendría sentido usar el sistema de riego más caro? Suponga que está regando para cultivar forraje para cinco vacas. Su vecino está regando para cultivar 200 hectáreas de uvas para elaboración de vino. ¿Elegirían los dos el mismo sistema? Si su cultivo no tiene un alto valor en el mercado, ¿compraría el sistema más eficiente, aunque fuera el más caro?

12. Pida a los estudiantes que piensen qué podría hacer que un sistema fuera más eficiente. ¿Por qué

no usan todos los agricultores el sistema más eficiente? Al margen de cuánto cueste el riego, ¿existen otras razones por las que alguien pueda elegir un sistema más eficiente para así ahorrar agua?

13. Repita la propuesta didáctica con los siguientes escenarios. Si no hay tiempo suficiente para llevar a cabo estos pasos, tome algo de tiempo para discutirlos.

14. Escenario 1: Los costos de energía se disparan y ahora cada viaje al río cuesta \$150. ¿Cómo altera esto la eficiencia de riego de cada grupo? ¿Qué sistema es ahora más atractivo?

15. Escenario 2: Año de sequía. Para representar una sequía, ponga agua sólo hasta la mitad del balde de 190 litros. ¿Es justo para los demás usuarios del agua utilizar sistemas de riego con muchas fugas, cuando el agua es escasa? ¿Por qué deberían pagar algunos agricultores por sistemas más eficientes cuando otros «desperdician» el agua utilizando sistemas ineficientes?

16. Escenario 3: Cada uno paga una tarifa fija por el agua, sin importar cuánta use. En vez de pagar por cada balde lleno, pida a cada grupo que pague \$200 al inicio y que use toda el agua

que necesite. ¿Cómo afecta esto el sistema que elijan?

17. Escenario 4: En cada granja hay diferentes cultivos con diferentes valores de mercado y diferentes requerimientos de agua (con base en cuánta agua requiere el cultivo, qué tan grande es el área cultivada, etc.). Asigne un cultivo a cada grupo y pídeles que elijan su sistema de riego. ¿Cómo afecta esto su proceso de toma de decisiones?

- Forraje para ganado. Valor de mercado = \$500. Cantidad de agua = 15 litros.

- Manzanas. Valor de mercado = \$1,000. Cantidad de agua = 20 litros.

- Peras. Valor de mercado = \$700. Cantidad de agua = 20 litros.

- Uva. Valor de mercado = \$600. Cantidad de agua = 11 litros.

- Hortalizas. Valor de mercado = \$800. Cantidad de agua = 15 litros.

18. Escenario 5: Cada granja tiene un tipo de suelo diferente, con un tiempo de retención diferente. Repita la actividad, pero esta vez haga agujeros en los baldes de 20 litros. Los estudiantes «regarán» sus baldes para llenarlos, pero dependiendo de cuántos agujeros tengan en el fondo, se vaciarán a velocidades diferentes.

### ▼ Cierre

Comente la Propuesta didáctica. ¿Qué factores deben considerar los agricultores al seleccionar un sistema de riego? ¿Cuáles de estos factores están bajo su control? ¿Qué incentivos tienen los agricultores para conservar agua en sus granjas? ¿Cómo se aplica esto a las propias comunidades de los estudiantes?

### ▼ Evaluación

Pida a los estudiantes que:

- Definan el concepto de «riego eficiente» (*Motivación*, pasos 1 a 2; paso 10).

- Calculen los costos de diferentes sistemas de riego en diferentes escenarios (pasos 2 a 4, 8, 13, 15, 16).

- Expliquen los costos y los beneficios de diferentes sistemas de riego (pasos 8 a 9).

- Identifiquen diferentes sistemas de riego empleados en la cuenca del río Negro (paso 3).

- Evalúen los factores que determinan qué sistema de riego se utiliza en un lugar específico (pasos 10 a 18).

- Expliquen qué factores del riego eficiente están bajo control de los agricultores y cuáles no (*Cierre*).

### Propuestas de Profundización

Pida a los estudiantes que piensen en otros escenarios, para incluirlos. ¿Qué pasaría si el orden en que cada grupo puede obtener

agua está predeterminado por la prioridad de sus derechos de agua?

Pídales que investiguen áreas específicas de la cuenca del río Negro para identificar qué tipos de sistemas de riego son los más comunes. ¿Por qué es un sistema en particular mejor para esa área?

Pídales que elaboren modelos de riego en bandejas o cajas transparentes de plástico o vidrio. Pídales que usen diferentes tipos de suelo (tierra para macetas o tierra arenosa, por ejemplo) y diferentes métodos de riego (aspersión, inundación, goteo, etc.). Pueden usar libretas para registrar sus observaciones sobre la velocidad de infiltración en la tierra, la cantidad de agua requerida

para saturar la tierra, y otras diferencias.

### Recursos Adicionales

- Condo, Gonzalez y Barrés (1972). «Aprender a regar». Tomo 1.

- Cluigt, Sosa Acevedo, Mastronardi, Rodríguez (1986). «Estado actual y potencialidad de las áreas bajo riego de la Pcia. de Río Negro».

- FAO (1974). «Estudios sobre riego y avenamiento: el riego automatizado». Roma.

- Martínez de Gorla, (1994). «La colonización del riego en las zonas tributarias de los ríos Negro, Limay y Colorado». Corregidor. BS. As.

- Canal Principal «Sistema de Riego Alto Valle» - Situación Actual y Propuesta de Mejoramiento.

Departamento Provincial de Aguas; Dirección General de Coordinación e Ingeniería - Pcia. Río Negro Agosto del 2004.

- Trabajo Primera Edición Concurso Estudiantil: «El Agua en la Región del Comahue». Año 2003. Área Cinco Saltos Cuenca del Río Neuquén – Diagnostico y Acciones Correctivas en el Manejo Integral del Recurso Agua. Pág. 17 a 22.

- «El Riego en la Provincia de Río Negro» Auge, Crisis y Futuro. Osvaldo Casamiquela, 1995. Fundación Proyecto Viedma, Río Negro.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)  
[www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar)

# Dinero de juguete



# ¿Como pez en el agua?

## ■ Edad Estimativa

De 12 a 17 años.

## ■ Áreas del Conocimiento

Ciencias Exactas, Ciencias Naturales.

## ■ Duración

Tiempo de Preparación:  
20 minutos.

Tiempo de la Propuesta Didáctica :  
90 minutos.

## ■ Lugar

Salón de clases para la **Introducción, Parte II y Cierre**, patio de juegos o un área amplia (gimnasio) para la **Parte I**.

## ■ Habilidades

Identificar, interpretar, formular hipótesis, simular, graficar, analizar, discutir, resolver problemas.

## ■ Propuestas Relacionadas

Los alumnos podrán relacionar la influencia de la modificación del medio sobre el ecosistema en la Propuesta Didáctica "Demasiado espeso para beber".

## ■ Vocabulario

Sedimentos, detritos, supervivencia, ecosistema (ecología), ictiofauna, lacustre, especies introducidas, especies nativas, especies foráneas, especies exóticas, especie vulnerable, metros cúbicos por segundo ( $m^3/seg.$ ), presa, predación, turbiedad, ambiente oligotrófico, ambiente léntico y ambiente lótico.

*Cambios en el medio ambiente del río hacen que peces nativos ya no se sientan "como pez en el agua".*

## ▼ Propósito

Simular los efectos de la introducción de especies exóticas y la construcción de represas, para la población nativa de peces del río Limay.

## Objetivos

- Identificar las condiciones del hábitat necesarias para la supervivencia de cinco especies nativas de peces.
- Comparar las condiciones del hábitat del río Limay antes y después de la construcción de presas.
- Formular hipótesis sobre los efectos que tendrán diferentes factores de presión ambiental (especies introducidas, presas) sobre las diferentes especies en el juego de simulación.
- Simular el cambio de poblaciones como resultado de los factores de presión ambiental.
- Graficar los cambios operados en las poblaciones observadas en el juego de simulación.

- Discutir soluciones de gestión para proteger las especies nativas de peces y mamíferos acuáticos.

## Materiales

- Pizarrón u hoja de rotafolios para elaborar una *Gráfica de Supervivencia de ¿Como pez en el agua? para toda la clase.*
- *Juego de Tarjetas ¿Como pez en el agua? (páginas del estudiante).*
- *Copias de Condiciones cambiantes del río (páginas del estudiante) (una por estudiante).*
- *Copias de Requerimientos de hábitat de los peces (página del estudiante) (una por estudiante).*
- *Lápices o fibras de colores.*
- *Papel milimétrico (opcional), también se pueden usar hojas cuadriculadas de cuaderno.*

## ▼ Marco Teórico

El río Limay, profundo y de gran caudal, esta alimentado por alrededor de 40 lagos cordilleranos. Presenta el régimen propio de los cursos de agua receptores de las precipitaciones pluviales y nivales que son retenidas en estos lagos, los cuales devuelven los volúmenes

de agua colectados en forma gradual. El caudal de este río varia acorde con las estaciones del año: el predominio invernal de las precipitaciones y el deshielo primaveral condicionan su derrame por lo cual su régimen de variación anual se caracteriza por presentar máximos caudales en julio, octubre y noviembre.

Su longitud original era de aproximadamente 430 km., pero la construcción de distintos embalses para la generación hidroeléctrica: Alicurá (1983), Piedra del Aguila (1992), Pichi Picun Leufu (1999), Arroyito (1983) y Chocón (1973), mermaron considerablemente.

Antiguamente, los peces nativos se encontraban en equilibrio en este sistema: las percas, el pejerrey patagónico, el otuno, el puyén grande son algunos ejemplos. Estas especies habitaban en el río Limay antes de la construcción de las presas y representaban un importante eslabón en la cadena alimenticia.

Desde principios de siglo XX se han introducido salmónidos (truchas y salmones) con fines pesquero – deportivos. Se entiende que un organismo es *introducido*, cuando es ingresado a un ambiente que no

es el original; esta introducción puede producirse por causas naturales o por la acción del hombre (antrópica). Será *exótico* si dicha especie proviene de otro país, donde se ubica su hábitat nativo.

Las primeras siembras de salmónidos comenzaron en 1904 con la introducción de huevos embrionados provenientes de Estados Unidos y Europa, los cuales se introdujeron en el lago Nahuel Huapi, y por algunos años se fueron introduciendo diversas especies de salmónidos en aguas continentales.

Estas introducciones han promovido el desarrollo de una importante pesquería deportiva en ambientes oligotróficos del cordón cordillerano y el desarrollo de algunas pesquerías comerciales. Estas introducciones, han alterado la comunidad original de peces. Entre las especies no autóctonas se encuentran: las truchas arco iris, fontinalis, marrón y el salmón encerrado. Estos organismos impactaron sobre las poblaciones originales, convirtiéndose por ejemplo en predadores de huevos, juveniles y adultos de los peces nativos. Es así que ante la introducción de exóticos, algunas especies autóctonas resultaron

más vulnerables que otros, como el otuno, el puyén y en ciertos casos el pejerrey patagónico.

La introducción poco criteriosa de especies exóticas de peces, normalmente produce desequilibrios ecológicos, debido a la carencia de competidores específicos en el medio acuático. En la Ictiofauna nativa se encuentran predadores, pero en general los salmónidos presentan una alta agresividad que les confiere una mayor ventaja competitiva, desplazando a las especies autóctonas principalmente por dos mecanismos: la predación y la exclusión competitiva. Actualmente, algunas de las especies de peces nativas han disminuido su abundancia.

La construcción de presas sobre el río Limay tuvo un gran impacto sobre los ambientes de la cuenca al alterar su condición original de lótica a lénticas. En este sentido, la fluctuación de caudales, las inundaciones periódicas, la alternancia de crecidas y estiajes y los sedimentos que el río solía proporcionar representaban factores determinantes en la dinámica y desarrollo de estos ecosistemas.

Esta alteración en el ambiente por la construcción de represas, ha impactado

de manera diferencial sobre las especies de peces nativas y exóticas: la ictiofauna autóctona se ha visto en general beneficiada por haberse desarrollado en los embalses, hábitats propicios para su alimentación y reproducción. En este sentido las poblaciones de percas y pejerreyen son las más abundantes en muchos de estos cuerpos de agua. Los salmónidos en cambio sufrieron un impacto mayor, no tanto por cuestiones tróficas sino por sus hábitos reproductivos: las presas impiden la remonta y por lo tanto, si bien no eliminan la reproducción, la limitan. En las poblaciones de salmónidos que habitan los embalses abiertos aguas arriba, la remonta de los ríos es posible y por ende la reproducción es viable; en cambio en los embalses “cerrados” la reproducción se encuentra sumamente limitada.

En otros aspectos las presas y las derivaciones del río Limay han traído beneficios a las poblaciones humanas ubicadas en ella, brindándoles disponibilidad de agua para la agricultura, su consumo, oportunidades de recreo y turismo. Por otro lado, permitieron la generación hidroeléctrica, utilizando una fuente de energía no contaminante y la posibilidad de atenuación de crecidas y bajantes extremas.

La represa de El Chocón, terminada en 1973, fue la primera gran presa instalada sobre el cauce principal del río Limay.

### Procedimiento

1. Empleando como guía la **Gráfica de Supervivencia** de ¿Como pez en el agua?, dibuje una versión grande de la gráfica en papel para rotafolios o en el pizarrón. No utilizará la gráfica cubierta, hasta el paso 2 de la propuesta didáctica

2. Haga copias de las **Tarjetas** ¿Como pez en el agua? (Páginas del estudiante). Divida el número de estudiantes entre seis y haga tantas copias de cada tarjeta como haya sido el número resultante. En uno de los lados de cada tarjeta deberá haber información de una especie nativa, mientras que el otro tendrá información por ejemplo sobre la trucha arco iris o trucha marrón.

### ▼ Motivación

1. Pregunte a los estudiantes si les gusta pescar. ¿Qué clase de peces suelen pescar? Las respuestas serán probablemente trucha arco iris, trucha marrón, pejerrey y percas. Pregúnteles si han oído hablar de la perca bocona, perca boca chica, del otuno y puyén grande.

2. Muestre a los estudiantes las fotos del otuno y el pu-

yén grande. Dígalos que estos peces solían ser muy comunes en la cuenca que y hoy se las considera como especies menos abundantes.

3. Pida a los estudiantes que piensen en algunas razones que puedan explicar por qué han disminuido tan rápidamente las poblaciones de estos peces (por ejemplo, la pesca excesiva, cambios en su medio ambiente, introducción de nuevos predadores, selección natural, etc.). Anote sus ideas en el pizarrón. Explíqueles que la disminución de estas especies ha sido causada por una combinación de factores que varían dependiendo de la especie de que se trate: el cambio de las condiciones del río por la construcción de presas, la introducción de peces predadores de los nativos, y la pesca excesiva.

4. Dé a los estudiantes una breve introducción (ver **Marco Teórico**) sobre el cambio de las condiciones del río Limay a partir de la construcción de presas. Reparta las hojas de **Condiciones cambiantes del río, páginas del estudiante**.

5. Pídale que examinen las dos gráficas para que vean el cambio de las condiciones a partir de la construcción de dichas presas. Comente sobre los beneficios de las presas (confiables; fuentes de energía no contaminantes;

protección contra inundaciones; oportunidades de recreo, entre otros).

6. Reparta las hojas de **Requerimientos del hábitat de peces**, páginas del estudiante. Explíqueles que conforme se fueron construyendo las presas, se fueron repoblando las mismas con especies no nativas de peces como la trucha arco iris y la trucha marrón. Estas especies introducidas son muy po-

pulares hoy entre los pescadores.

7. Pida a los estudiantes que examinen las dos **Gráficas de las necesidades de hábitat**, comparando las especies nativas con las introducidas. ¿Qué especies piensan que podrán sobrevivir mejor en el nuevo ambiente?.

8. Pídeles que formulen hipótesis sobre qué especies han proliferado bajo las con-

diciones posteriores a la construcción de las presas, cuáles se han visto merma- das y cuáles han permanecido sin cambios. Pídeles que dibujen en la columna de la tabla marcada con la palabra "Hipótesis" una flecha hacia arriba para las especies que piensan que proliferarán, una flecha hacia abajo para aquéllas que disminuirán, y una horizontal para indicar aquéllas en las cuales no ocurrirá ningún cambio.

### Gráfica en blanco de Supervivencia de ¿Como pez en el agua?

Especies	Poblaciones originales (Año 1904)	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3
<b>Perca bocona</b> ( <i>Percichthys colhuapiensis</i> )				
<b>Perca de boca chica</b> ( <i>Percichthys trucha</i> )				
<b>Pejerrey Patagónico</b> ( <i>Odontesthes microlepidotus</i> )				
<b>Puyen grande</b> ( <i>Galaxias platei</i> )				
<b>Otuno</b> ( <i>Diplomystes viedmensis</i> )				
<b>TOTAL de especies nativas.</b>				
<b>TOTAL de exóticas.</b>				

## ▼ Desarrollo

### Parte I

1. Dígale a los estudiantes que van a participar en un juego de simulación para mostrar cómo han cambiado las poblaciones de las diferentes especies del río Limay en respuesta a los diferentes factores de presión ambiental (presas, pesca excesiva, depredadores). Recuérdeles que las condiciones de los hábitat no sólo incluyen condiciones físicas (temperatura del agua, turbiedad, velocidad de la corriente) sino, también, condiciones biológicas (abundancia de alimento, depredadores, etcétera).

2. Muestre a los estudiantes la **Gráfica de supervivencia** ¿Como pez en el agua? Los datos del juego se registrarán en el formato correspondiente para interpretarlos y graficarlos después del juego.

3. Divida a los estudiantes en cinco grupos, para que representen las cinco especies nativas. Procure tener por lo menos a cuatro estudiantes en cada grupo; las clases más pequeñas pueden eliminar una o dos especies nativas del juego. Pida a un voluntario que represente a un factor de **presión ambiental**.

4. Reparta las **Tarjetas** ¿Como pez en el agua? Pida a los estudiantes que

las fijen con clips a sus camisas, con el lado de las especies nativas hacia arriba.

5. Lleve a los estudiantes a un área grande (un patio, el gimnasio) para que hagan la simulación. Lleve consigo una copia de la tabla de supervivencia para registrar los resultados de cada ronda del juego.

6. Explíqueles que el “factor de presión ambiental” representa los tres factores que llevaron a la merma de las especies nativas:

a) La construcción de presas ha alterado el ambiente físico del río, incluyendo la variación del caudal, la temperatura del agua, y la turbiedad. Esto ha afectado a algunas especies nativas.

b) La introducción de especies no nativas alteró el ecosistema, afectando las poblaciones originales de peces por predación y exclusión competitiva.

c) La pesca excesiva ha reducido las poblaciones.

7. Anote en la tabla de supervivencia el número de estudiantes de cada grupo. Diga a los estudiantes que estos números representan las condiciones existentes en 1904, antes de la introducción de especies no nativas y de la construcción de las presas en el Río Limay.

8. **Ronda 1.** Junte a los grupos en el punto de inicio del campo de juego, colocando en medio del campo al estudiante que representa al factor de presión ambiental. Al empezar la ronda, los peces intentarán llegar al otro lado del campo de juego sin ser tocados por el factor de presión ambiental. Los estudiantes pueden caminar rápidamente (pero no correr) durante el juego. Marque la meta a 50 m del punto de partida, para que los estudiantes sepan cuando quedan a salvo.

### Especies intolerantes y obstáculos

Especies	Obstáculo
Perca bocona ( <i>Percichthys colhuapiensis</i> )	Debe detenerse cada ocho pasos y dar tres brincos.
Perca de boca chica ( <i>Percichthys trucha</i> )	Debe saltar con un pie.
Pejerrey Patagónico ( <i>Odontesthes microlepidotus</i> )	Debe detenerse cada diez pasos y tocar el suelo durante cinco segundos.
Puyen grande ( <i>Galaxias platei</i> )	Debe caminar hacia los lados.
Otuno ( <i>Diplomystes viedmensis</i> )	Debe caminar hacia atrás, deteniéndose a tocar el suelo cada 10 pasos.

## Muestra de Tabla de Supervivencia de ¿Como pez en el agua?

Especies	Poblaciones originales	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3
<b>Perca bocona</b> ( <i>Percichthys colhuapiensis</i> )				
<b>Perca de boca chica</b> ( <i>Percichthys trucha</i> )				
<b>Pejerrey Patagónico</b> ( <i>Odontesthes microlepidotus</i> )				
<b>Puyen grande</b> ( <i>Galaxias platei</i> )				
<b>Otuno</b> ( <i>Diplomystes viedmensis</i> )				
<b>TOTAL de especies nativas.</b>				
<b>TOTAL de especies exóticas y/o factores de presión ambiental.</b>				

9. Los estudiantes que sean etiquetados deberán regresar al inicio y voltear sus tarjetas para mostrar las especies no nativas o exóticas (tolerantes). Los estudiantes que “sobrevivan” (los que lleguen al otro lado del campo de juego sin ser etiquetados) regresarán al inicio y no darán vuelta a sus tarjetas. Los grupos deberán reunirse en la línea de salida.

10. Ronda 2. Registre el número de estudiantes de cada grupo, tanto del de especies nativas como del de no nativas. Los estudiantes que ahora son truchas deberán pasar al centro del campo de juego para convertirse en factores de presión ambiental, junto con los estudiantes etiquetados que fueron otuno o puyen grande en la primera ronda.

11. Repita los pasos 9 a 10. Con un mayor número de estudiantes representando factores de presión ambiental, el número de especies nativas disminuirá al final de la ronda.

12. Al final de la ronda, repita el paso 11. Registre el número de cada especie en la tabla de supervivencia

13. Si todavía quedan especies nativas inicie la

ronda 3. Repita el paso 11 y registre los números finales. Regrese al salón de clases para graficar los datos y comentar sobre los resultados.

## Parte II

1. Anote los datos del juego en la versión grande de la **Tabla de supervivencia** que preparó antes de la Propuesta Didáctica.

2. Pida a los estudiantes que vean sus hipótesis de aumento/disminución de cada especie que registraron en su tabla de **Requerimientos de hábitat de peces**. ¿Cómo se comparan sus hipótesis con los resultados del juego?

3. Pida a cada estudiante que trace una gráfica lineal de los datos. El eje Y deberá llamarse "Número de individuos" y el eje X "Ronda 0, Ronda 1"...etc. El número total de especies nativas y de especies exóticas o factores de presión ambiental deberá representarse por medio de una línea en la gráfica (véase la muestra).

## ▼ Cierre

1. Pida a los estudiantes que comenten los resultados. Debido a que este es un modelo simplificado de la forma en que las poblaciones nativas y exóticas interactúan, la disminución de las especies nativas sucede al mismo ritmo que el aumento de especies exóticas. En situaciones reales, los ritmos probablemente serían diferentes, ya que los factores que intervienen son más complicados.

2. Pídale que participen en una lluvia de ideas para ayudar a proteger a estas especies en peligro de extinción. Las ideas pueden incluir la remoción de especies exóticas, encontrar modos de aumentar la temperatura del agua y hacer que los caudales se asemejen más a los que existían antes de la construcción de las presas, prohibir ciertos métodos de pesca, etcétera.

3. Comente sobre las prácticas de gestión que se están empleando actualmen-

te para proteger estas especies (Las provincias de Río Negro y Neuquén tienen responsabilidad sobre la fauna íctica de la cuenca):

### **Dirección de pesca de Río Negro:**

Gestiona acciones para el adecuado manejo de las poblaciones de peces dulceacuicolas, marinos y sus hábitats. Tendiendo a favorecer a la pesca tanto deportiva como comercial preservando o mejorando su calidad. Otorga permisos de pesca, establece temporadas, límites y medidas de pesca.

### **Centro de Ecología Aplicada del Neuquén (CEAN):**

Gestiona acciones para el adecuado manejo de las poblaciones de peces y sus hábitats tendientes a favorecer a la pesca deportiva, preservando o mejorando su calidad. También produce peces de líneas silvestres de alta calidad para favorecer las poblaciones de salmónidos y complementar la reproducción natural en los ambientes donde ésta no pueda compensar la mortalidad natural y a la extracción por pesca deportiva.

### **Otras entidades que gestionan la protección de la fauna íctica son:**

- Dirección Provincial de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (Pcia. Neuquén).



- Administración de Parques Nacionales.
- Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC).

**Las siguientes actividades están prohibidas en la Patagonia:**

1. Pescar desde embarcaciones en los lagos o lagunas dentro de un círculo imaginario de 200 metros de radio con centro en la naciente o la desembocadura de un río o arroyo.
2. La Caza subacuática.
3. Usar en los ambientes acuáticos explosivos, sustancias tóxicas o cualquier otro elemento que pueda producir perjuicios a la vida acuática.
4. Pescar con redes, trampas, arpones, fijas, garfios o armas de fuego y la utilización de cebado.
5. Obstaculizar el paso de los peces mediante el uso de bastidores, mamparas, diques, tajamares o cualquier otro medio. Cuando, previo estudio, sean autorizados, podrá exigirse la instalación y cuidado de un sistema que asegure el libre tránsito de los peces.
6. Comercializar el producto de la pesca deportiva en estado fresco y/o elaborado de cualquier forma.

7. No rotar las bocas; detenerse en un ambiente de pesca cuando avanza otro pescador e ingresar a menos de 100 metros de distancia aguas arriba o abajo del mismo, según su sentido de avance.

8. Causar contaminación o deterioro de los ambientes y su entorno, por cualquier medio.

9. Pescar en los ríos y arroyos aguas arriba y debajo de todas las obras que impiden el libre paso de los peces, como represas o diques; dentro de la distancia determinada por la autoridad competente.

10. Extraer por cualquier método peces en lugares artificiales de encierro, tales como canales, pulmones, vertederos y bocatomas.

11. Mantener en cautiverio peces capturados en el medio silvestre.

12. Transportar peces vivos de cualquier especie y estadio de desarrollo sin autorización de la autoridad competente.

**▼ Evaluación**

Pida a los estudiantes que:

- Comparen las condiciones del hábitat del río Limay antes y después de la construcción de presas

(*Motivación*, Pasos 3 a 5).

- Identifiquen las condiciones de hábitat necesarias para la supervivencia de las cinco especies nativas de peces (*Motivación*, Pasos 6 y 7).

- Formulen hipótesis sobre los efectos que tendrán diferentes factores de presión ambiental (especies introducidas, presas) en las diferentes especies (*Motivación*, Paso 8).

- Simulen el cambio de poblaciones como resultado de los factores de presión ambiental (*Desarrollo, Parte I*, Pasos 1 a 14).

- Grafiquen los cambios observados en las poblaciones de peces de la cuenca durante el juego de simulación (*Desarrollo, Parte II*, Pasos 1 a 3).

- Discutan las soluciones posibles para proteger las especies nativas de peces (*Cierre*, Pasos 1 a 3).

**Propuestas de Profundización**

Pida a los estudiantes que investiguen sobre otras especies nativas de la cuenca que han sido afectadas por la introducción de especies no nativas, y que describan las prácticas de conservación de estas especies.

Pida a los estudiantes que entrevisten a un biólogo que esté trabajando en un plan de recuperación de una especie en peligro de extinción.

### Recursos Adicionales

- Arratia, G; M. B. Peñafort & S. Menu-Marque (1983). "Peces de la región sudeste de los Andes y sus probables relaciones zoogeográficas actuales". *Deserta*, 7: 48-107.
- Baigún, C. R. M. & R. Quirós (1985). "Introducción de peces exóticos en la República Argentina". *Informes Técnicos del Depto. de Aguas Continentales N° 2*. Mar del Plata, Argentina, Inst. Nac. de Investigación y Desarrollo Pesquero: 90.
- Baigún, C. R. M. & R. Quirós (1986). "Distribución de peces exóticos en la República Argentina". *Resúmenes: I Jornadas Argentinas de Salmonicultura*. Bariloche, 4 al 8 de mayo: 5.
- Di Persia, D. H.; J. C. Poledri; G. Matrinez; A. M. Guidotti; A. M. Giacometi & L. Fontana (1991). "Estudios biológicos en ambientes acuáticos de la Patagonia Argentina 5". *Fauna bentónica del río Mayo, Provincia del Chubut*. *Biol. Acuát.*, 15(2): 228.
- Grosman, F. (1993-1994). "Interacciones tróficas entre trucha arcoiris" (*Oncorhynchus mykiss*), pejerrey patagónico (*Patagonina hatcheri*) y perca (*Percichthys trucha*) en un ambiente patagónico. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 24-25: 15-25.
- López, H.L; M.L. García & C. Togo (1991). "Bibliografía de los pejerreyes de Argentina de agua dulce". *Sit. Amb. Prov. Bs. As., CIC*, 1(16):1-72.
- Quirós, R. (1991) "Factores que afectan la distribución de salmónidos en Argentina". En: Vila I. (ed.). *Trabajos presentados al Segundo taller Internacional sobre Ecología y Manejo de Peces en Lagos y Embalses*. Santiago, Chile. *Copescal Doc. Tec.* 9: 163-183.
- Quirós, R.; S. Cuch & C. Baigún (1986). "Relaciones entre la abundancia y ciertas propiedades físicas, químicas y biológicas, en lagos y embalses patagónicos". (Argentina). *Copescal Doc. Téc.* 4: 180- 202.
- Titcomb, J.W. (1904). "Introducción de Salmonoides en los ríos y lagos del sur". *Div. Ganadería, Buenos Aires*, 107-138.
- Wegrzyn D. & Ortubay, S. (1991). "Nuestros salmónidos". *Dirección de Pesca, Ministerio de Recursos Naturales, Provincia de Río Negro*. 120 pp.

### Condiciones cambiantes del río

Antes de la construcción de presas	Después de la construcción de presas
<p>Fluctuaciones estacionales del caudal: elevado escurrimiento en primavera, el cual disminuye a mediados del verano. Caudales bajos en otoño.</p>	<p>Los caudales fluctúan diariamente para una óptima generación de electricidad, pero no estacionalmente.</p>
<p>Importantes crecidas de los ríos por lluvias y/o derretimiento de la nieve.</p>	<p>Las crecidas de los ríos son moderadas por las presas.</p>
<p>La temperatura del agua presenta grandes diferencias entre invierno y verano.</p>	<p>Las diferencias de temperatura entre invierno y verano están atenuadas.</p>
<p>El agua presenta mayor turbidez en primavera.</p>	<p>El agua es generalmente clara.</p>

## Requerimientos de hábitat de los peces

Peces nativos	Antecedentes de vida
<p><b>Perca bocona</b> (<i>Percichthys colhuapiensis</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encuentra en ambientes lénticos y lóticos.</li> <li>• La época de reproducción abarca de julio a octubre, en ríos y lagos.</li> <li>• Se alimenta principalmente de insectos acuáticos, moluscos, crustáceos y peces. Se distingue especialmente por la boca grande y la mandíbula muy sobresaliente y no incluida.</li> <li>• Gran resistencia respiratoria.</li> <li>• Es una especie de importancia económica y deportiva.</li> </ul>
<p><b>Perca de boca chica</b> (<i>Percichthys trucha</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encuentra en ambientes lénticos y lóticos.</li> <li>• La época de reproducción abarca de julio a octubre, en ríos y lagos.</li> <li>• Se alimenta principalmente de insectos acuáticos, moluscos y crustáceos.</li> <li>• Se distingue especialmente por la boca chica.</li> <li>• Gran resistencia respiratoria.</li> <li>• Es una especie de importancia económica y deportiva.</li> </ul>
<p><b>Pejerrey Patagónico</b> (<i>Odontesthes microlepidotus</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encuentra en ambientes lénticos y lóticos.</li> <li>• Se reproduce desde el mes de agosto hasta enero, en ríos y lagos.</li> <li>• Los alevinos son planctófagos, los juveniles y adultos bentófagos, se alimentan de larvas de insectos, crustáceos y moluscos, entre otros.</li> <li>• Se desplaza en cardúmenes en ambientes con abundante vegetación.</li> </ul>
<p><b>Puyen grande</b> (<i>Galaxias platei</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encuentra en ambientes lénticos y lóticos.</li> <li>• Se reproduce en otoño, invierno y primavera, en ríos y lagos, para lo cual aparentemente requieren baja temperatura.</li> <li>• Es bentófago, carnívoro y se alimenta de insectos, gusanos y pequeños invertebrados.</li> <li>• Pueden llegar a pesar más de 1 kg en algunos ambientes.</li> </ul>
<p><b>Otuno</b> (<i>Diplomystes viedmensis</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encuentra en ambientes lénticos y lóticos.</li> <li>• Se reproduce en verano, en ríos y lagos. Es bentófago y se alimenta básicamente de insectos, crustáceos e invertebrados acuáticos.</li> <li>• Familia monotípica, considerada como la más primitiva.</li> </ul>

## Antecedentes de vida

Peces introducidos	Antecedentes de vida
<b>Trucha arco iris</b> ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	<ul style="list-style-type: none"><li>• Las hembras construyen nidos cavando el fondo donde depositan los óvulos para ser fecundados inmediatamente por el macho.</li><li>• Se alimentan de organismos acuáticos del bentos (insectos, crustáceos) y ocasionalmente de peces.</li><li>• Especie migratoria que se adapta por su rusticidad y tolerancia a cualquier tipo de ambiente.</li><li>• En nuestro país es la especie más usada en piscicultura comercial.</li><li>• En la Patagonia la temporada de pesca se extiende desde mediados de noviembre a abril, existiendo restricciones en cuanto al número y tamaño de los ejemplares capturados.</li></ul>
<b>Trucha marrón</b> ( <i>Salmo trutta</i> )	<ul style="list-style-type: none"><li>• Las hembras construyen nidos cavando el fondo donde depositan los óvulos para ser fecundados inmediatamente por el macho.</li><li>• Se alimentan de peces y ocasionalmente de insectos, crustáceos y otros organismos acuáticos del bentos.</li><li>• Especie migratoria.</li><li>• En la Patagonia la temporada de pesca se extiende desde mediados de noviembre a abril, existiendo restricciones en cuanto al número y tamaño de los ejemplares capturados.</li></ul>

# Tarjetas ¿Como pez en el agua?

## Perca bocona (*Percichthys colhuapiensis*)

- Cuerpo alargado y robusto. Cabeza grande, cubierta de escamas pequeñas.
- Se distingue especialmente por la boca grande y la mandíbula muy sobresaliente y no incluida.
- Coloración: Cabeza y cuerpo de coloración uniforme, sin pintas o manchas.
- Longitud: alcanzan alrededor de 500 mm y 4 Kg de peso.



## Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)

- Cuerpo cubierto por numerosas escamas pequeñas.
- Con aleta adiposa detrás de la dorsal.
- Boca grande con dientes cónicos en las quijadas y paladar.
- Coloración: Dorso oscuro con reflejos verde oliváceos. Vientre claro.
- Dimensiones: Pueden llegar hasta 650 mm de longitud total y 12 kg de peso.



## CORTAR AQUÍ

## Pejerrey Patagónico (*Odontesthes micropidotus*)

- Cuerpo grueso y cabeza corta. Pre-maxilar con 2 a 5 hileras irregulares de dientes cónicos.
- Escamas pequeñas y numerosas, más de 70 en la hilera longitudinal.
- Coloración: Color general del cuerpo amarillo-plateado. El borde externo de cada escama punteado de negro, determinando una tonalidad oscura.
- Dimensiones: Alcanzan los 345 mm de longitud.



## Trucha marrón (*Salmo trutta*)

- Especie de gran tamaño.
- Coloración: Cuerpo con manchas negras bordeadas por un anillo claro, también con pequeños puntos rojos dispersos, el dorso oscuro, marrón a verdoso, aclarándose en los flancos que pueden aparecer algo plateados y vientre amarillento, a veces plateado.
- La aleta caudal tiene manchas y se ubican en el lóbulo superior; es muy común que la aleta caudal de las truchas marrones tengan una coloración uniforme.
- Dimensiones: Hasta 15 kg de peso.



# Tarjetas ¿Como pez en el agua?

## Perca de boca chica (*Pecichthys trucha*)

- Presentan una sola aleta dorsal con los primeros radios transformados en espinas fuertes y punzantes.
- Poseen boca protráctil, aletas ventrales en posición torcida.
- Coloración: Dorso del cuerpo de color oliváceo, aclarándose en los flancos y con el vientre cremoso.
- Dimensiones: Pueden llegar hasta 3 kg de peso.



## Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)

- Cuerpo cubierto por numerosas escamas pequeñas.
- Con aleta adiposa detrás de la dorsal.
- Boca grande con dientes cónicos en las quijadas y paladar.
- Coloración: Dorso oscuro con reflejos verde oliváceos. Vientre claro.
- Dimensiones: Pueden llegar hasta 650 mm de longitud total y 12 kg de peso.



CORTAR AQUÍ

## Trucha marrón (*Salmo trutta*)

- Especie de gran tamaño.
- Coloración: Cuerpo con manchas negras bordeadas por un anillo claro, también con pequeños puntos rojos dispersos, el dorso oscuro, marrón a verdoso, aclarándose en los flancos que pueden aparecer algo plateados y vientre amarillento, a veces plateado.
- La aleta caudal tiene manchas y se ubican en el lóbulo superior; es muy común que la aleta caudal de las truchas marrones tengan una coloración uniforme.
- Dimensiones: Hasta 15 kg de peso.



# Tarjetas ¿Como pez en el agua?

<p><b>Puyen grande (<i>Galaxias platei</i>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta especie se diferencia del puyén chico por algunos caracteres osteológicos.</li> <li>• Coloración: Color de fondo con tonalidades doradas verdosas. Dorso del cuerpo y la cabeza con motas oscuras y flanco con manchas alargadas en sentido transversal.</li> <li>• Dimensiones: De tamaño mediano, llegan hasta 330 mm de longitud total. Pueden llegar a pesar más de 1 kg en algunos ambientes.</li> </ul> 	<p>D O B L A R A Q U Í</p>	<p>FACTOR DE PRESIÓN AMBIENTAL</p>
<p>CORTAR AQUÍ</p>		
<p><b>Otuno (<i>Diplomystes viedmensis</i>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuerpo relativamente bajo. Cabeza corta, deprimida, de perfil ligeramente giboso. Boca amplia, con labios gruesos. Un único par de barbillas maxilares cortas y carnosas. Aleta dorsal y pectoral con espinas bien desarrolladas y aserradas.</li> <li>• Coloración: Grisáceo con reflejos morados. Motas oscuras distribuidas por todo el cuerpo, salvo en la región ventral que es clara y homogénea.</li> <li>• Dimensiones: Hasta 350 mm.</li> </ul> 	<p>D O B L A R A Q U Í</p>	<p>FACTOR DE PRESIÓN AMBIENTAL</p>

Las fotos de los peces fueron provistas por la AIC.

# Demasiado espeso para beber

## ■ Edad Estimativa

De 12 a 17 años.

## ■ Áreas del Conocimiento

Ciencias Exactas y Ciencias Naturales.

## ■ Duración

Tiempo de preparación:

20 minutos.

Tiempo de la Propuesta

Didáctica:

Dos periodos de clase de

60 minutos.

## ■ Lugar

Salón de clases.

## ■ Habilidades

Construir, generalizar, formular hipótesis, trazar, comparar, probar, extrapolar.

## ■ Propuestas Relacionadas

Los alumnos podrán relacionar el tema de la influencia de la modificación del ecosistema sobre la biodiversidad autóctona en "Cómo pez en el agua".

## ■ Vocabulario

Detritos, dragar, erosión, fitoplancton, fotosíntesis, germinación, limo, macro invertebrados, ribereño, sólidos, suspensión, turbiedad, Unidad Nefelométrica de Turbiedad (UNT).

*El río Neuquén transporta una alta carga de sedimento lo que le otorga un aspecto característico, parece: "Demasiado espeso para beber".*

## ▼ Propósito

Fijar los conceptos de "turbiedad" y "erosión" simulando los cambios en los distintos puntos del río Neuquén y explorando los efectos que produce en los seres humanos y las especies acuáticas.

## Objetivos

- Explorar la relación entre la erosión y la turbiedad del agua.
- Comparar la turbiedad del agua lodosa y del agua clara.
- Simular los cambios de la turbiedad en distintos puntos del río Neuquén.
- Representar gráficamente los cambios de la turbiedad conforme el río corre hacia la confluencia.
- Reflexionar sobre los efectos de los cambios de la turbiedad en el sistema fluvial, como resultado de las presas y derivaciones, etcétera.

## Materiales

- Copias de *Demasiado espeso para beber, Partes A y B*, páginas del

estudiante (1 juego por estudiante).

- Cuatro recipientes transparentes con tapa (de 1 litro o más).
- Tres tazas de tierra fina.
- Dos tazas medidoras (1 juego por grupo).
- Cinco tubos de ensayo o vasos transparentes por grupo (de 25 ml o más).
- Un soporte de tubos de ensayo por grupo.
- Un litro de leche.
- Agua de la canilla.
- Goteros (1 por grupo).
- Papel para graficar.
- Lápices.

## ▼ Marco Teórico

El Río Neuquén (del araucano *Ñedquen*: rápido, correntoso, audaz) es de régimen permanente y emisario de una red fluvial integrada de naturaleza exorreica, que responde a la pendiente regional hacia el Atlántico. Confluye en el extremo este de la provincia a la latitud de las Ciudades de Neuquén y Cipolletti, con el río Limay para formar el Río Negro.

Las nacientes más remotas del río Neuquén se hallan en la cordillera en el límite con Chile a una altitud de 2.280 m. Recibe desde los cordones montañosos por ambas

márgenes numerosos arroyos que en el verano se vuelven caudalosos. El Alto Neuquén desciende por un valle de origen glaciar, muy encajonado entre paredes muy empinadas. Al dejar la zona andina, penetra en el área de mesetas y recibe los dos afluentes más importantes de su cuenca: el Agrio y el Covunco. Aguas abajo de la unión con éste, en Paso de los Indios termina el curso medio del río.

En la porción inferior El Dique de Portezuelo Grande desvía las aguas hacia los grandes embalses que desaguan en la Central de Planicie Banderita.

Cada año, cientos de miles de toneladas de materiales son erosionados, suspendidos en el río y transportados hacia el río Negro. El agua que lleva el material suspendido es menos clara que el agua que no lo contiene.

Midiendo la turbiedad, los científicos calculan cuánto material suspendido hay en el agua. La turbiedad es una medida de cuánta luz puede pasar a través de ese líquido. El agua sumamente turbia (oscura) tiene un alto nivel de sólidos suspendidos. Las principales fuentes de turbiedad son el fitoplancton, los sedimentos y los detritos. El fitoplancton consiste en plantas microscópicas flotantes (principal-

mente algas) que viven suspendidas en los cuerpos de agua; los sedimentos son material mineral inorgánico y los detritos consisten en materiales orgánicos residuales de plantas y animales. Pueden ser algas muertas, hojas caídas, materia fecal y otros.

El río Neuquén posee dos épocas de crecidas: una de mayo a julio de origen pluvial y otra de octubre a diciembre, debida al derretimiento de las nieves. Los aportes sólidos para éste río, medidos en la estación de aforo Paso de los Indios para el periodo 1948-65 (Mármol y Robinson 1969) muestran que el máximo transporte de sedimentos sólidos coincide con el periodo de máximo caudal, es decir que, al producirse las lluvias invernales o la fusión de las nieves, determinan una mayor erosión de la cuenca y la elevación coincidente de los acarrees sólidos.

La construcción de las presas en el río Neuquén: Dique Ing. Ballester (1915), Portezuelo Grande (1973), Dique Loma de la Lata (1977), Central Planicie Banderita (1978), Dique Comp. El Chañar (1980), redujeron la turbiedad de sus aguas, permitiendo que el material suspendido se asentara en los embalses.

La cuenca del río Neuquén se encuentra casi en su totalidad desprovista de vegetación arbórea, con pastos naturales de escaso desarrollo y montes ralos arbustivos con poca capacidad de retención del agua de lluvia. El clima árido y la baja densidad de vegetación resultante hacen que el área sea más susceptible a la erosión; la vegetación de baja densidad no mantiene la tierra en su lugar cuando las fuerzas del viento o el agua actúan sobre ella.

Este fenómeno se halla agravado, en extensas zonas, por el pastoreo del ganado, principalmente caprino. Esto ha generado procesos erosivos progresivos, que a la vez de acentuar los mecanismos de desertización, contribuyen al aumento de la producción de sedimentos.

## Procedimiento

### ▼ Motivación

Haga una prueba para asegurarse de que los tubos de ensayo o vasos transparentes que haya elegido sean del tamaño adecuado para las concentraciones de leche que se emplearán. No deben ser tan grandes para evitar que la leche tenga poco efecto sobre la turbiedad. Tampoco deben ser tan pequeños que unas cuantas gotas de le-

che generen tanta turbiedad tal que la luz no pueda atravesarlos. Unos tubos de ensayo de 15 mililitros funcionarán bien.

1. Llene los recipientes de un litro con agua de la canilla y numérelos del 1 al 4. Colóquelos al frente de la clase. Indique a los estudiantes que el agua de los recipientes es transparente debido a que ha sido tratada y contiene muy pocos sólidos suspendidos (flotantes), como algas, sedimentos y arena. Explíqueles que la mayor parte del agua contiene algunos sólidos suspendidos, y que tales sólidos llegan al agua a través de los procesos de erosión y crecimiento de organismos acuáticos. Pida a los estudiantes que enumeren acciones que causan erosión (por ejemplo, la lluvia, las operaciones de dragado y la acción de las olas).

2. Después de la discusión, explique que va a añadir sólidos al agua, colocando tierra en los recipientes de un litro. Deje el recipiente número 1 como está, y añada media taza al 2, una taza al 3 y una taza y media al 4 (haga una prueba previa para asegurarse de que la tierra que use no oscurezca demasiado los recipientes). Ponga tapas a los recipientes y agítelos para asegurarse de que el material quede suspendido en el agua. Observe que el agua de los recipientes que

tienen más tierra es más oscura. Explique que esto se debe a que las partículas suspendidas hacen más difícil que la luz penetre.

3. Presente a los estudiantes el término “turbiedad” y explíqueles que es una medida de la claridad del agua que se usa para calcular el volumen de sólidos suspendidos en ella. Indique a los estudiantes que van a crear muestras de agua que imiten la turbiedad del río Neuquén en distintas épocas y en distintos lugares de la cuenca. La turbiedad comúnmente se mide en unidades llamadas Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT). Para esta actividad, una gota de “sedimento” (leche) equivaldrá a una UNT.

4. Deje que los recipientes se asienten mientras los estudiantes desarrollan la actividad. Posteriormente puede referirse a los recipientes para demostrar cómo los sólidos suspendidos se asientan en el agua inmóvil, reduciendo la turbiedad.

## Desarrollo

### Parte I

1. Divida a los estudiantes en grupos de trabajo.
2. Reparta a los grupos los tubos de ensayo, vasos de

boca ancha o vasos transparentes y copias de **Demasiado espeso para beber. Parte A**, página del estudiante.

3. Pida a los estudiantes que sigan los procedimientos de **Demasiado espeso para beber, Parte A**. Esta primera sección imita la turbiedad del río Neuquén, antes de que se colocaran las grandes presas y derivaciones en el sistema. Conforme el río fluye hacia la confluencia, su volumen aumenta, mejorando su capacidad para transportar sedimentos. Para ilustrar esto, la cantidad de leche (turbiedad) requerida para igualar las muestras aumenta. Comente esto con los estudiantes.

4. Pida a los estudiantes que realicen la prueba de turbiedad que se encuentra en **Demasiado espeso para beber, Parte A**.

5. Utilizando los resultados de esa prueba, pida a los estudiantes que hagan una gráfica de la turbiedad.

### Parte II

1. Pida a los estudiantes que sigan los procedimientos de **Demasiado espeso para beber, Parte B**. Los estudiantes crearán muestras de turbiedad que imiten la turbiedad del río

Neuquén, después de que se colocaron grandes presas y derivaciones en el sistema. Como antes, los estudiantes deben registrar su interpretación de los resultados.

2. Usando los resultados de la prueba de turbiedad, pida a los estudiantes que hagan la gráfica correspondiente.

#### ▼ **Cierre**

Después de que los estudiantes hayan concluido la actividad, comente los resultados con ellos. ¿Por qué ha cambiado la turbiedad del río? ¿Por qué creen que algunos lugares del río tienen un alto grado de turbiedad? ¿Qué tipos de organismos acuáticos es probable que habiten en aguas sumamente turbias? ¿Qué ocurre en tal sentido con el agua clara? ¿Cómo podría afectar el agua oscura al crecimiento de la vegetación? ¿Por qué? ¿De qué maneras se puede reducir el grado de turbiedad del agua? ¿Cuáles son los efectos de reducir la turbiedad del agua? ¿Qué podría hacer que la turbiedad cambie, incluso en el moderno sistema del río (por ejem-

plo, la estación, las inundaciones repentinas, los sitios de construcción, etcétera)?

#### ▼ **Evaluación**

Los estudiantes:

- Explorarán la relación entre la erosión del suelo y la turbiedad del río Neuquén (*Motivación*, pasos 1–3).
- Crearán y compararán las muestras de agua turbia que representan las tomadas del río Neuquén en distintos lugares y en distintas épocas (*Desarrollo, parte I* pasos 1 a 4, y *parte II* paso 1).
- Representarán gráficamente las variaciones de la turbiedad de las muestras de agua (*Desarrollo, parte I* paso 5 y *parte II* paso 2).
- Reflexionarán sobre los efectos de la turbiedad en los seres humanos, las plantas y los animales (*Cierre*, paso 1).

#### **Propuestas de Profundización**

Pida a los estudiantes que obtengan muestras de los cuerpos de agua situados alrededor de su escuela. Los charcos de lodo, los estanques y los ríos son buenas fuentes. Compare la turbiedad de cada una de las

muestras. ¿Puede verse el origen de la turbiedad? ¿Cuál es la principal fuente de sólidos suspendidos? ¿Hay organismos acuáticos viviendo en el agua? ¿Cuáles son? ¿Hay plantas viviendo en el agua? ¿Cuáles son? ¿Está el agua en movimiento? ¿Qué tan rápido?

#### **Recursos Adicionales**

- Canal Principal – Sistema de Riego Alto Valle; DPA. 2004. AIC
- Efecto de las Aguas Claras en el Sistema de Riego de Alto Valle; Ing. M. Baylac, N. Fernandez y A. Larreguy y Lic. G. Landriscini. 2001. AIC.

#### **Sitios de internet recomendados**

- Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC). <http://www.aic.gov.ar>
- Departamento Provincial de Aguas (Provincia de Río Negro). <http://www.dpa.gov.ar>
- Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. <http://www.obraspublicas.gov.ar/hidricos>
- Instituto Nacional del Agua (INA). <http://www.ina.gov.ar>

# Demasiado espeso para beber, Parte A

Turbiedad en el río Neuquén en 1972 (antes de la construcción de las represas).

1. Llena tres tubos o vasos con tres cuartas partes de agua, y márcalos del 1 a 3.

2. Sostén el tubo de ensayo por encima de los correspondientes círculos de la prueba de turbiedad, que aparecen abajo. Usa un gotero para añadir poco a poco leche al recipiente. Agítalo al añadir cada gota. Deja de añadir leche cuando ya no puedas distinguir entre las secciones oscuras y claras del círculo. El número de gotas requeridas es la lectura de la turbiedad (una gota = una UNT). Registra este número en la tabla que aparece abajo, y separa la muestra.



© Claire Emery and Project WET.

3. Repite el procedimiento descrito arriba para cada muestra.

4. Después de que hayas encontrado la lectura de turbiedad para cada muestra, registra tu interpretación en el cuadro que se proporciona. ¿Qué muestra es la menos turbia? ¿Qué muestra es la más turbia? ¿Puedes observar un patrón en las lecturas?

212

5. Haz una gráfica de tus hallazgos. Usa el número del sitio como el eje X y el número de gotas como el eje Y.

## Hoja de Datos para la Parte A

Río Neuquén a la altura de Portezuelo Grande (1)	Río Neuquén a la altura del Dique Comp. El Chañar (2)	Río Neuquén a la altura del Dique Ing. Ballester (3)
Número de gotas (UNT): ____	Número de gotas (UNT): ____	Número de gotas (UNT): ____
Interpretación:	Interpretación:	Interpretación:

# Círculos de prueba demasiado espeso para beber

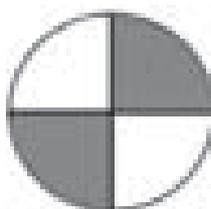
## Turbiedad en 1972



Río Neuquén a la altura de Profesores Grande (T)



Río Neuquén a la altura del Dique Compensador El Chañar (Q)

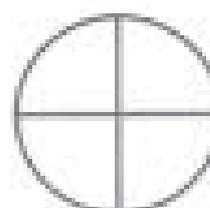


Río Neuquén a la altura del Dique Ing. Beltrán (B)

## Turbiedad en el año 2005

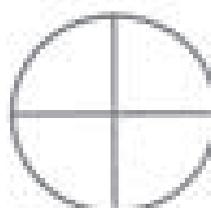


Río Neuquén a la altura de Profesores Grande (T)



Río Neuquén a la altura del Dique Compensador El Chañar (Q)

Referencia (UNT)	Color
0-5	White
5-50	Light Grey
50-100	Dark Grey
> 100	Black



Río Neuquén a la altura del Dique Ing. Beltrán (B)

# Demasiado espeso para beber, Parte B

## Turbiedad en el río Neuquén en el Año 2006

1. Llena tres tubos de ensayo, o vasos con tres cuartas partes de agua y márcalos del 1 al 3.
2. Sostén el tubo de ensayo por encima de los correspondientes círculos de la prueba de turbiedad, que aparecen abajo. Usa un gotero para añadir leche poco a poco al recipiente. Agítalo al añadir cada gota. Deja de añadir leche cuando ya no puedas distinguir entre las secciones oscuras y claras del círculo. El número de gotas requeridas es la lectura de la turbiedad (una gota = una UNT). Registra este número en la tabla que aparece abajo, y separa la muestra.
3. Repite el procedimiento descrito arriba para cada muestra.
4. Después de que hayas encontrado la lectura de turbiedad para cada muestra, registra su interpretación en el cuadro que se proporciona. ¿Qué muestra es la menos turbia? ¿Qué muestra es la más turbia? ¿Cómo ha cambiado la turbiedad desde 1972? ¿Por qué?
5. Haz una gráfica de tus hallazgos. Usa el número del sitio como el eje X y el número de gotas como el eje Y.

## Hoja de Datos para la Parte B

Río Neuquén a la altura de Portezuelo Grande (1)	Río Neuquén a la altura del Dique Comp. El Chañar (2)	Río Neuquén a la altura del Dique Ing. Ballester (3)
Número de gotas (UNT): ____	Número de gotas (UNT): ____	Número de gotas (UNT): ____
Interpretación:	Interpretación:	Interpretación:

# El árbol genealógico de las canillas

## ■ Edad Estimativa

De 12 a 17 años.

## ■ Áreas del Conocimiento

Ciencias Exactas, Ciencias Naturales.

## ■ Duración

Tiempo de preparación:  
15 minutos.

Tiempo de la Propuesta Didáctica :  
75 minutos.

## ■ Lugar

Salón de clases.

## ■ Habilidades

Calcular, discutir, evaluar, comparar.

## ■ Propuestas Relacionadas

Esta propuesta didáctica puede complementarse con la propuesta "Caminata en un día lluvioso" que hace referencia al escurrimiento de agua en un terreno.

## ■ Vocabulario

Capa impermeable, conservación, evaporación, patógeno, potabilización, presión del agua, transpiración, tributario, uso consuntivo, uso no consuntivo, aguas negras.

¿Conoces la "ascendencia" del agua que sale de la canilla?

## ▼ Propósito

Valerse de los cálculos matemáticos para rastrear el agua desde sus orígenes hasta las viviendas urbanas y desde allí a su regreso al río.

## Objetivos

- Aprender cómo el agua viaja hacia y por la tubería doméstica.
- Calcular la cantidad de agua que viaja a través de un sistema municipal.
- Examinar la construcción física de un sistema municipal de agua.
- Calcular el uso de agua dentro y fuera de la casa.
- Calcular los flujos de retorno.
- Reconocer la importancia de las matemáticas en la gestión del agua.

## Materiales

- Copias de Información sobre el árbol genealógico de las canillas, página del estudiante (1 por estudiante).

- Copias de la Ficha de trabajo para el árbol genealógico de las canillas, página del estudiante (1 por estudiante).
- Un juego de Tiras para la representación del árbol genealógico de las canillas (ver Motivación).

## ▼ Marco Teórico

El trayecto del agua desde la fuente de abastecimiento hasta los usuarios, pasando por un proceso de potabilización, y de nuevo fuera de ese sistema, es complejo. Gran parte de este trayecto tiene lugar en tuberías subterráneas u ocultas, y en la parte industrial de ciudades y pueblos. No es sorprendente que la mayoría de los habitantes de una ciudad desconozcan de dónde proviene el agua que usan. Un sistema municipal de distribución de agua potable puede concebirse como un "árbol" que se expande conforme el agua se desvía de grandes tuberías y que después se contrae, conforme las aguas negras fluyen de tuberías pequeñas a otras más grandes.

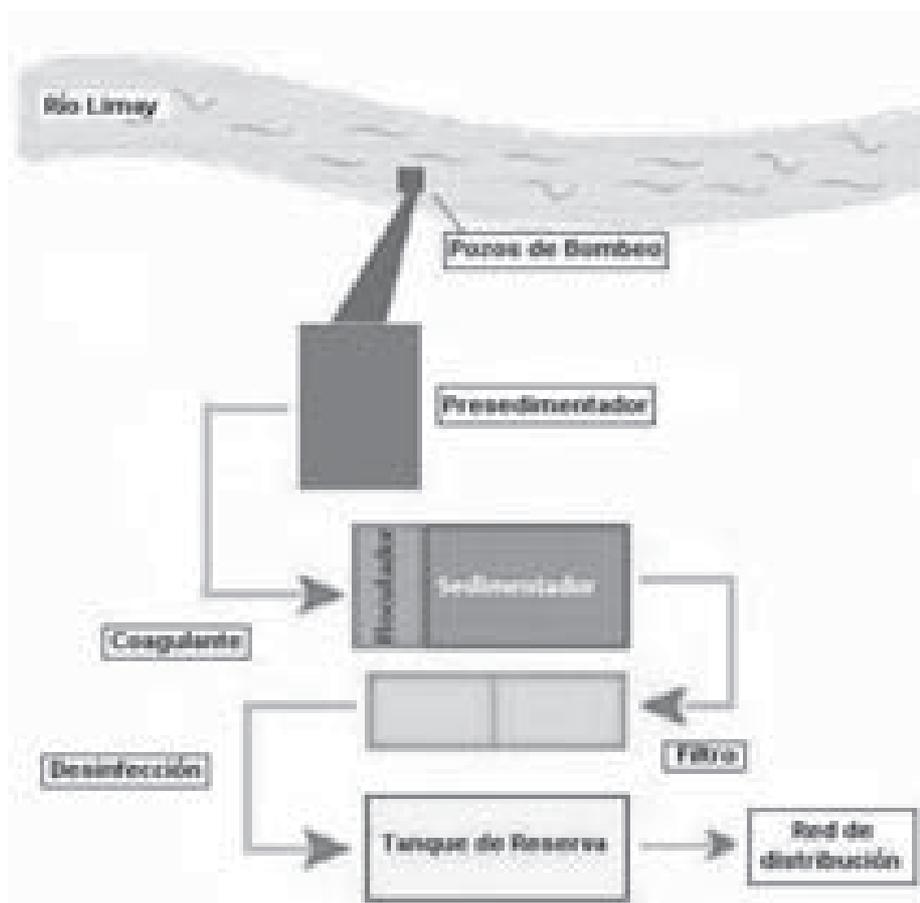
El “árbol genealógico de las canillas” comienza donde la nieve derretida y la lluvia fluyen para formar afluentes tributarios y posteriormente ríos grandes. La mayor parte de esa agua se filtra en el suelo, se evapora o transpira (utilizada entonces por las plantas), pero una parte permanece en la superficie y escurre en forma de agua superficial. Una parte de ésta se almacena en embalses para usarse en el riego de cultivos, en diversas aplicaciones industriales y en los hogares. El agua que se ha infiltrado en el suelo continúa fluyendo hacia abajo hasta que llega a una capa impermeable, emerge del

suelo en forma de manantial, o es bombeada de un pozo. El agua también puede fluir por debajo de la tierra.

Muchas poblaciones de la cuenca del río Limay utilizan agua superficial para satisfacer sus necesidades de agua potable. Para hacerlo, combinan el agua desviada de ríos, embalses y canales. Algunas aguas pueden presentar ciertos contaminantes, tales como metales pesados, bacterias y otros microorganismos. Generalmente, el agua debe ser tratada antes de que se la pueda usar como agua po-

table. La potabilización y distribución adecuadas del agua son de suma importancia para la salud humana.

Un típico sistema municipal de distribución de agua. En esta ilustración, el agua se desvía del río y se bombea de pozos. Después es tratada, llevada al tanque elevado de agua potable para presurizarla y se distribuye a casas y empresas para beber, limpiar y combatir incendios, entre otros usos. Después de usarse, las aguas residuales se envían a plantas de tratamiento. Las aguas residuales tratadas se envían de vuelta al río.



## Distribución del agua

Antes de poderse distribuir, el agua tiene que ser presurizada. Ello se logra almacenando agua a una altura superior a la de los usuarios. Por cada 10 m de elevación por encima de un punto dado, la presión del agua aumenta una atmósfera (atm) o 1 kilogramo por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>). Una vez presurizada, el agua se puede enviar a poblaciones, casas y fábricas.

Los sistemas de distribución de algunas ciudades tienen miles de kilómetros de tuberías. Las ciudades de Cutral C6 y Plaza Huincul en la Pcia. de Neuqu6n, poseen uno de los acueductos m6s largos de la cuenca, ya que entre la toma en el r6o Neuqu6n hasta el tanque de reserva de dichas ciudades, hay 60 km. de distancia. A lo largo y ancho de todo el sistema, qu6micos especialistas toman muestras para garantizar que el agua cumpla con las normas de calidad. Su sabor, olor y la presencia de microorganismos acu6ticos son s6lo algunos de los par6metros que analizan.

Mediante un complejo sistema de cañer6as de diversos tamaños, el agua llega a las casas donde se almacena en tanques domiciliarios y desde all6 se distri-

buye en baños, piletas, lavarropas y canillas.

Una vez que el agua llega a las subdivisiones, una tuber6a de tamaño mediano se conecta con el conducto principal y se lleva a las casas mediante tuber6as m6s pequeñas. Estos conductos individuales entran en las casas, donde se conectan a baños, m6quinas lavavajillas, lavarropas, canillas exteriores, etc6tera.

El uso del agua var6a seg6n las actividades, las pr6cticas de conservaci6n, los tipos de jardines y el clima, entre otros factores. En Argentina, el uso de agua residencial se puede dividir en interno y externo. Esta es una distinc6n importante, ya que gran parte del agua que se usa en el interior en realidad es no consuntiva (o sea que el agua no se retira del sistema por completo). Por ejemplo, al lavarse los utensilios, la mayor parte del agua sucia se va por el caño. Desde ah6 las tuber6as de aguas negras la trasladan a una planta de tratamiento de aguas residuales, donde se remueven la grasa, materia org6nica, pat6genos y otros materiales no deseables. A menudo, el agua tratada se regresa a un r6o cercano, donde se puede volver a usar. En Argentina, muchas poblaciones no cuentan a6n con plantas de

tratamiento de aguas residuales municipales, en la actualidad se est6 avanzando progresivamente al respecto y en algunas regiones, especialmente en las zonas rurales, es com6n que las casas cuenten con fosas s6pticas.

Gran parte del agua residencial corresponde al uso externo, dedicado a riego de jardines, lavado de autom6viles, etc. La mayor parte del agua para uso exterior se pierde en la transpiraci6n, evaporaci6n y filtrado, y no se recupera en el sistema de alcantarillado.

## Procedimiento

### ▼ Motivaci6n

1. Copie y corte tiras de papel en el siguiente juego de 27 pasos de distribuci6n. Si tiene m6s de 27 estudiantes, puede pedirles que trabajen en parejas o bien puede aņadir m6s tiras. Si tiene menos, puede retirar tributarios, nieve o lluvia. Pasos de distribuci6n:

- Nieve que cae en las nacientes de la cuenca. Tributario llevando agua al r6o Limay.
- Nieve que cae en las nacientes de la cuenca. Tributario llevando agua al r6o Limay.
- Nieve que cae en las nacientes de la cuenca. Tri-

butario llevando agua al río Limay.

- Nieve que cae en las nacientes de la cuenca. Tributario llevando agua al río Limay.

- Lluvia que cae en la cuenca. Tributario llevando agua al río Limay.

- Lluvia que cae en la cuenca. Tributario llevando agua al río Limay.

- Lluvia que cae en la cuenca. Tributario llevando agua al río Limay.

- Tributario llevando agua al río Limay. El río Limay fluyendo hacia un área urbana.

- El río Limay fluyendo hacia un área urbana. Estación de bombeo desviando agua del río Limay hacia un embalse.

- Estación de bombeo desviando agua del río Limay hacia un embalse. Embalse almacenando agua del río para su uso durante periodos de sequía.

- Embalse almacenando agua del río para su uso durante periodos de sequía. Un canal regresando agua del embalse hacia el río Limay.

- Un canal regresando agua del embalse hacia el

río Limay. Pozo de agua llevando agua subterránea a la superficie para beber.

- Pozo de agua llevando agua subterránea a la superficie para beber. Toma de agua potable desviando agua del canal del embalse.

- Toma de agua potable desviando agua del canal del embalse. Acueducto de agua potable llevando agua desde el canal del embalse y el pozo de agua hacia áreas urbanas.

- Acueducto de agua potable llevando agua desde el canal del embalse y el pozo de agua hacia áreas urbanas. Conducto llevando agua bombeada de pozos hacia áreas urbanas.

- Conducto llevando agua bombeada de pozos hacia áreas urbanas. Planta potabilizadora purificando el agua para que se pueda beber.

- Planta potabilizadora tratando el agua para que se pueda beber. Conducto llevando agua al sistema de distribución de agua del poblado.

- Conducto llevando agua al sistema de distribución de agua del poblado. Conducto llevando agua del poblado para su distribución en subdivisiones.

- Conducto llevando agua del poblado para su distribución en subdivisiones. Conducto dirigiendo el agua de la subdivisión a una casa.

- Conducto dirigiendo el agua de la subdivisión a una casa. Conducto llevando agua desde la toma de agua hacia la Canilla de la cocina.

- Conducto llevando agua desde la toma de agua hacia la canilla de la cocina. Conducto de aguas negras dirigiendo el agua de la cocina hacia el desagüe de la rejilla.

- Conducto de aguas negras dirigiendo el agua de la cocina hacia el desagüe de la rejilla. Tubería del desagüe de la casa hacia el sistema de aguas residuales (aguas negras) de la subdivisión.

- Tubería de rejilla del desagüe de la casa hacia el sistema de aguas residuales de la subdivisión. Tubería de rejilla del sistema de aguas residuales de la subdivisión hacia el tanque de recepción y bombeo de aguas residuales municipales.

- Tubería de rejilla del sistema de aguas residuales de la subdivisión hacia el tanque de recepción y bombeo de aguas resi-

duales municipales. Tubería de aguas residuales llevándola desde el tanque de recepción y bombeo de aguas residuales municipales hacia la planta de tratamiento de aguas residuales.

- Tubería de aguas residuales llevándola desde el tanque de recepción y bombeo de aguas residuales municipales hacia la planta de tratamiento de aguas residuales. Planta de tratamiento de aguas residuales removiendo residuos dañinos.

- Planta de tratamiento de aguas residuales removiendo residuos dañinos. Tubería llevando el agua residual tratada desde la planta de tratamiento hacia el río.

- Tubería llevando el agua residual tratada desde la planta de tratamiento hacia el río. El río llevando el agua no usada y el agua tratada río abajo hacia la siguiente comunidad.

#### ▼ **Motivación**

1. Explique a los estudiantes que representarán papeles en el “árbol genealógico de los canillas” para ayudarles a visualizar los pasos que el agua tiene que seguir para llegar a las canillas de sus casas y salir de esta.

2. Pida a cada uno de los estudiantes que saquen una tira de los pasos de distribución de una bolsa. Los estudiantes deberán copiar con letras grandes los dos pasos de distribución en una hoja de papel (un paso en cada lado de la hoja), de manera que se puedan leer desde cualquier punto del salón. Esto se puede lograr mejor usando marcadores.

3. Pida a los estudiantes que se formen en el orden apropiado desde “Nieve que cae en las nacientes de la cuenca” hasta “El río llevando el agua no usada y el agua tratada río abajo, hacia la siguiente comunidad”. Los estudiantes con hojas iguales deberán formarse juntos. Serán tres los estudiantes que reciban al agua de un “Tributario llevando agua al río Limay”. Esto representa a los tributarios que agregan agua a un río más grande. La tarjeta de “Nieve que cae en las nacientes de la cuenca” será para un solo estudiante al igual que la de “El río llevando el agua no usada y el agua tratada río abajo hacia la siguiente comunidad”.

4. Cronometre la Propuesta didáctica para ver qué tan rápido se pueden formar los estudiantes. Después de que se hayan organizado (puede tomarles diez minutos), vea qué tan bien lo hicieron.

5. Comenzando con “Nieve que cae en las nacientes”, pida a los estudiantes que lean sus tiras al grupo. ¿Por qué hay tantas tiras que representan la nieve o la lluvia? ¿Cómo se usa el agua mientras que está en una casa? ¿Se sorprendieron los estudiantes por el número de pasos requeridos para que el agua llegue a sus casas y regrese al río? ¿Qué pasaría si se secara el embalse o el pozo de agua? ¿Qué podría suceder si todos abrieran sus canillas al mismo tiempo? ¿Qué sucede con el agua tratada después de que escurre río abajo? A menos que una comunidad se encuentre al final del río, gran parte del agua residual tratada será usado por comunidades ubicadas río abajo. Antes de que sea reutilizada, se le tendrá que remover de ella cualquier material dañino. ¿Por qué es importante tratar el agua antes de beberla?

#### ▼ **Desarrollo**

1. Explique que la salud humana y ambiental, así como la estabilidad económica, dependen de un sistema de tratamiento y distribución del agua bien planeado. El proceso de tratamiento del agua elimina muchos materiales nocivos. Esto incluye sedimentos, bacterias y virus patógenos, así como sustancias químicas y minerales nocivos. Si no

es tratada, el agua puede hacer que la gente se enferme. En Europa, durante el siglo XV, las personas que usaron agua sin tratar ocasionaron una epidemia de cólera. Un sistema de distribución bien diseñado también es importante. Si las tuberías tienen pérdidas o si la presión del agua es demasiado baja, las personas dejan de recibir el agua que necesitan para vivir.

2. Reparta las **Instrucciones para el árbol genealógico de las canillas** y la **Ficha de Trabajo para el árbol genealógico de las canillas**, páginas del estudiante. Indique a los estudiantes que van a utilizar las matemáticas para rastrear el flujo del agua desde su fuente, pasando por plantas potabilizadoras, tuberías de distribución, casas y plantas de tratamiento de aguas residuales, hasta que ésta regresa nuevamente al río.

3. Utilizando la **Información sobre el árbol genealógico de las canillas**, páginas del estudiante como guía, explique cómo se construye este “árbol genealógico de las canillas”. Mediante estas instrucciones, los estudiantes podrán relacionar la **Motivación** con la ficha de trabajo de la Propuesta Didáctica .

4. Pida a los estudiantes que usen el álgebra para llenar los espacios de la **Ficha de trabajo del árbol genealógico de las canillas** . Esto se hará con la fórmula:  $A \times B = C$ . La fórmula se puede cambiar a:  $A = C / B$ ,  $B = C / A$ , etc. (Por ejemplo,  $2 \times 3 = 6$ ;  $2 = 6 / 3$ ;  $3 = 6 / 2$ ). Éstas son algunas de las mismas fórmulas que emplean los gestores del agua para determinar cuánta agua procesar y a dónde enviarla. Para determinar qué tan alto debe ser el tanque elevado de agua potable, los estudiantes pueden emplear matemáticas simples. Tendrán que convertir  $\text{kg}/\text{cm}^2$  en atmósferas (atm). Una vez hecho esto, podrán multiplicar el número de atmósferas por 10 m (una columna de agua de 10 metros de altura tiene una presión de 1 atm), para determinar la altura requerida del tanque elevado.

Respuestas a las cinco preguntas de la **Ficha de Trabajo del árbol genealógico de las canillas**, página del estudiante :

1)  $3,381\text{m}^3$ ; 2) 40.8 metros de altura; 3)  $985\text{m}^3$ ; 4)  $466\text{m}^3$ ; 5)  $1,614\text{m}^3$

#### ▼ Cierre

1. Pida a los estudiantes que comenten sus hallazgos. ¿Cuánta agua se des-

vía del río y se bombea del pozo? ¿Cuánta regresa al río? ¿Qué le sucedió al agua que no regresó? ¿Por qué una casa usa más agua que otra? El agua que se usa en el exterior y en los jardines constituye la mayor diferencia entre casa y casa. Las casas con grandes extensiones de césped usan mucho más agua que las que tienen jardines con plantas resistentes a las sequías (a menudo plantas nativas y otras que requieren de poca agua). También existe una gran diferencia entre los tipos de pastos utilizados en los jardines, en términos de cuánta agua requieren.

2. Pida a los estudiantes que comenten sobre la importancia del tratamiento del agua en el árbol genealógico de las canillas. ¿Qué sucedería si no tratáramos el agua que bebemos? ¿Tiene que ser tratada toda el agua que usamos? Muchas ciudades usan “aguas grises”, que no son tan puras como el agua potable, para regar campos de golf y parques.

3. Pregunte a los estudiantes si saben de dónde proviene el agua que usan. Si viven en un área rural, muchas de las casas reciben suministro de pozos. En poblados y ciudades pequeñas, el agua se puede obtener directamente del río. En algunas

ciudades se usa una combinación de agua de río y agua de pozo para satisfacer las necesidades de abastecimiento. Por ejemplo, en la ciudad de Neuquén, el agua para consumo se obtiene principalmente de tomas en el río Limay.

Diga a los estudiantes que para obtener información específica sobre su localidad, consulten al organismo operador de la ciudad o municipio.

#### ▼ *Evaluación*

Pida a los estudiantes que:

- Lleven a cabo un juego de representación para aprender sobre los diferentes pasos que existen para llevar agua hasta las canillas (*Motivación*, pasos 2 a 5).
- Rastreen el curso del agua a través de un sistema municipal (*Motivación*, pasos 2 a 5).
- Calculen el uso consuntivo y no consuntivo mediante ecuaciones algebraicas (*Desarrollo*, paso 3).
- Empleen las matemáticas para determinar la presión del agua y el uso de agua en metros cúbicos (*Desarrollo*, paso 3).
- Comenten los resultados de sus hallazgos (*Cierre*, paso 1).
- Investiguen la fuente

del agua de su casa (*Cierre*, paso 1).

- Comenten sobre la importancia del tratamiento del agua en el árbol genealógico de las canillas (*Cierre*, paso 3).

#### Propuestas de Profundización

Pida a los estudiantes que investiguen y presenten a la clase los costos, beneficios y problemas asociados con la distribución del agua que representaron.

Pida a los estudiantes que elaboren laberintos de un sistema de distribución de agua.

Pida a los estudiantes que realicen una auditoría del consumo de agua de su casa y elaboren una gráfica que muestre el promedio de consumo de agua de la clase.

Solicíteles que preparen una presentación de los pasos a seguir en la potabilización y en el tratamiento de aguas residuales.

#### Recursos Adicionales

- Reglamento del Usuario de Servicio de agua potable y desagües cloacales de la Provincia de Río Negro (ARSA).
- Reglamento del Usuario de Servicio de agua potable y desagües cloacales de la Provincia de Neuquén (EPAS).

- Normas de Calidad para el agua de bebida de suministro público - Consejo Federal de Entidades de Servicios Sanitarios COFES.

#### Sitios de Internet recomendados

*Ente Provincial del Agua y el Saneamiento de Neuquén (EPAS)*, se encarga de la gestión empresarial de la producción y distribución de agua potable, y de la recolección, depuración y disposición final de efluentes cloacales e industriales, y la *Dirección Provincial de Recursos Hídricos*, cumple las funciones de regulación, control y policía de esos servicios.

<http://www.epas.neuquen.gov.ar>

En el caso de la Provincia de Río Negro la concesión de la producción y distribución de agua potable, y de la recolección, depuración y disposición final de efluentes cloacales e industriales, esta a cargo de *Aguas Rionegrinas (Servicio de agua potable y desagües cloacales de la Provincia de Río Negro - ARSA)* y el *Departamento Provincial de Aguas (DPA)* cumple con las funciones de regulación, control y policía de esos servicios. <http://www.dpa.gov.ar>

# Información sobre el árbol genealógico de las canillas.

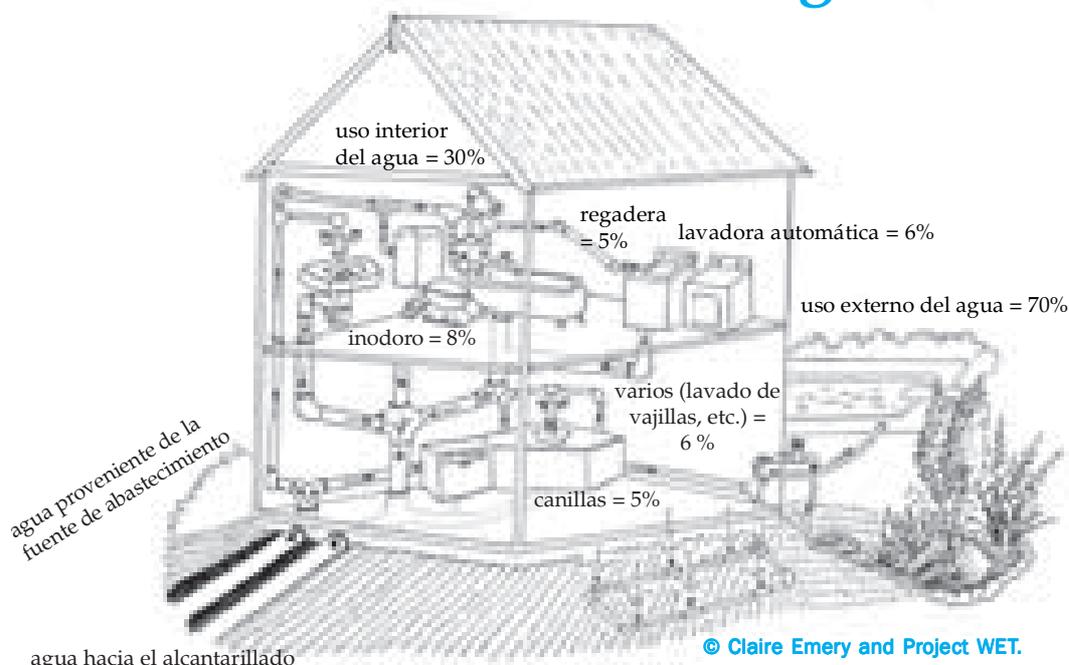
La **Ficha de Trabajo para el árbol genealógico de las canillas** constituye el plan hidráulico simplificado para una nueva ciudad en construcción. Los gestores del agua han calculado cuánta agua se usará en las casas y los tanques, pero las cifras están incompletas. Tu tarea es completar la ficha de trabajo para determinar cuánta agua será tratada, usada y regresada al río.

La "ascendencia" de las canillas de esta nueva ciudad comienza en la parte superior de la página, donde el agua se bombea de un pozo y se desvía de un río cercano. Posteriormente entra en una planta potabilizadora, donde se eliminan los sedimentos y se le añaden sustancias químicas, tales como cloro. El

agua tratada o potabilizada se bombea al tanque de agua potable. Como dicho tanque se encuentra a mayor altura que la ciudad, la gravedad llevará el agua hacia las casas y creará presión de agua. Las casas, los negocios y los usuarios públicos obtienen agua de los conductos presurizados. Dentro de una casa, el agua se lleva a través de tuberías a las canillas. En los climas calurosos, aproximadamente el 70% del agua se usa en el exterior. Esta agua se evapotranspira (al ser usada por las plantas) o se infiltra en el suelo. El agua que se utiliza dentro de la casa entra y sale a través de una serie de tuberías. Esta agua se trata en la planta de tratamiento de aguas residuales y se regresa al río.

## Uso doméstico del agua

222



El agua que sale de las canillas ha sido llevada hasta ahí por un elaborado sistema de tratamiento de agua potable y distribución mediante tuberías. Después de su uso, las tuberías que parten de las rejillas la llevan a una planta de tratamiento de aguas residuales. Una vez tratada, regresa a fuentes de aguas superficiales.

# Ficha de Trabajo para el árbol genealógico de las canillas

El suministro total de agua es de 4,830 m<sup>3</sup>, 30% de los cuales provienen de un pozo.

Ecuación a utilizar para 1, 2 y 3

$$A \times B = C$$

Para determinar la altura del tanque elevado:

- 1) Una columna de agua de 10 metros de altura es igual a 1 atmósfera (atm)
  - 2) Una atmósfera equivale a 1 kg/cm<sup>2</sup>
- 1 m<sup>3</sup> = 1,000 litros

