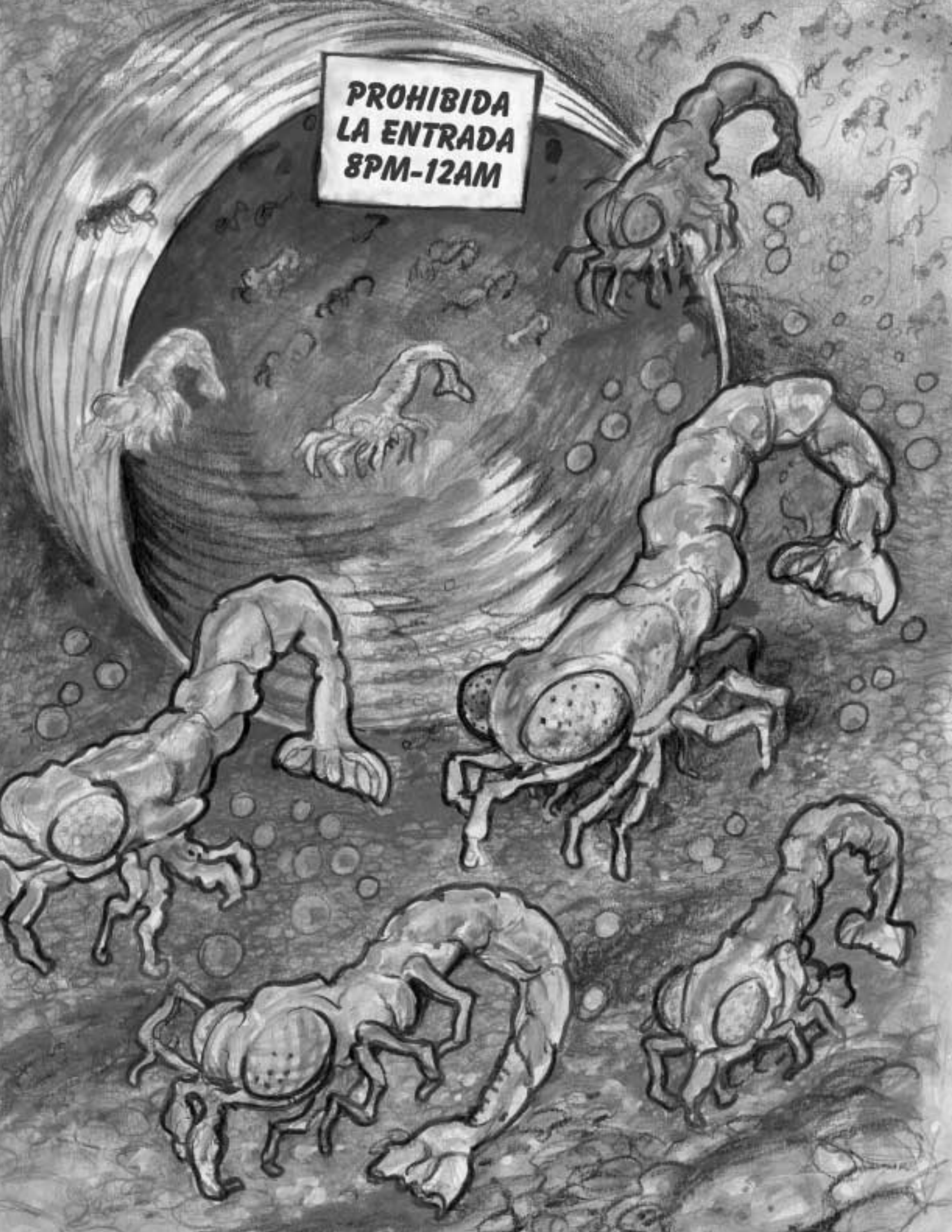


**PROHIBIDA
LA ENTRADA
8PM-12AM**



Nadando contra la corriente:

Tubos y presas y los movimientos de los camarones de agua dulce

Conoce al Dr. Benstead:

Me gusta ser un científico porque me fascina la naturaleza y quiero ayudar a *conservarla* para el disfrute de futuras generaciones.



Dr. Benstead

Conoce al Dr. March:

Me gusta ser un científico porque me encanta aprender cómo funcionan los sistemas naturales.

Además, durante parte del año mi oficina es un arroyo ¡muy hermoso!



Dr. March

Conoce a la Dra. Pringle:

Me gusta ser científico porque me gusta trabajar al aire libre, en los arroyos, mojándome los pies. También me gusta hacer investigaciones que ayuden a conservar el medio ambiente.



Dra. Pringle

Conoce al Dr. Scatena:

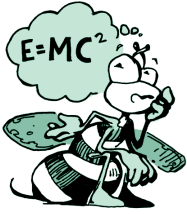
Me gusta ser un científico porque me gusta el reto de entender cómo operan los sistemas naturales para poder manejarlos y cuidarlos para las generaciones futuras.



Dr. Scatena

Glosario:

- *conservar*: Evitar el desperdicio o el uso destructivo de algo.
- *especies*: Grupos de organismos con características físicas, comportamiento, procesos químicos y estructura genética similares.
- *migrar*: Trasladarse de un lugar a otro.
- *larva*: Estado de desarrollo anterior al estado adulto por el que pasan muchos insectos y algunos animales después de salir de su huevo.
- *tropical*: Del trópico. El trópico es la región del globo cercana a la línea ecuatorial.
- *madurez*: Estado final de desarrollo.
- *ecosistema*: Comunidad de especies animales y vegetales que se relacionan entre sí y con el ambiente inerte.
- *dependiente*: Que necesita de algo para desempeñar alguna función.
- *alga*: Plantas simples sin raíces, ni troncos, ni hojas, que por lo general crecen en el agua o sobre superficies húmedas.
- *población*: El número total de individuos del mismo tipo que ocupan un área.
- *ciclo de vida*: Estados de desarrollo de un organismo.
- *escalera para peces*: Una serie de pequeñas presas construidas en un arroyo o un río que funcionan como escalones que permiten que los animales naden corriente arriba.
- *simular*: Crear la apariencia o el efecto de algo con el propósito de evaluarlo.
- *analizar*: Separar las partes de algo para estudiarlo.



Pensando en la ciencia

Aunque los científicos a veces trabajan solos, generalmente hacen sus investigaciones con otros científicos. Incluso cuando viven en diferentes partes del país o del mundo, los científicos encuentran la manera de trabajar juntos. En este estudio, los investigadores de la Universidad de Georgia trabajaron con un científico del Servicio Forestal en Puerto Rico para estudiar una especie de camarón. En tu salón de clase, a veces trabajas con algunos de tus compañeros. Cuando lo haces, eres como un científico que trabaja con otros científicos. ¿Se te ocurren dos razones por las cuales es bueno trabajar con otros compañeros cuando estás aprendiendo algo nuevo?



Pensando en el medio ambiente

Muchas especies de animales pasan parte de su vida en un lugar y otra parte de su vida en otro. Cuando esto pasa, se dice que el animal es migratorio. Estos animales generalmente *migran* a un lugar más favorable para su reproducción. Cuando se habla de animales migratorios, la gente generalmente piensa en las aves. El animal o especie migratoria de este estudio es el camarón de agua dulce. En su estado de *larva*, el camarón viaja desde los arroyos en las altas montañas *tropicales* hacia los humedales cerca de la costa. Allí crecen más allá del estado de larva. Cuando alcanzan su *madurez* y están listos para reproducirse, los camarones jóvenes vuelven a nadar corriente arriba al lugar donde nacieron. Cuando estos camarones jóvenes encuentran barreras en el camino, tales como las rocas, se arrastran

sobre ellas para continuar su viaje contra la corriente. Al llegar a lo alto del arroyo, en la montaña, se convierten en adultos y se reproducen. Luego, las larvas viajan corriente abajo, y el ciclo vuelve a empezar.

Introducción

Los arroyos tropicales proporcionan muchos beneficios a la gente y a los animales. Al camarón de agua dulce, que pasa parte de su vida viviendo en este ambiente, los arroyos tropicales le brindan un lugar para reproducirse. Al mismo tiempo, el camarón de agua dulce es importante para la vida de los arroyos, ya que puede comerse las *algas* y ayudar a descomponer la materia (tal como las hojas secas) en pequeñas partículas. Cuando nadan y se arrastran en los arroyos, los camarones revuelven el agua. Esto permite que la corriente del arroyo se lleve la tierra y otras partículas que de otra forma se asentarían en el fondo del arroyo.

Pensando en la ecología



En un área determinada, los individuos de una especie viven en estrecha relación con otros organismos vivos y con elementos inertes del ambiente. Esta relación determina cuántos individuos van a existir, la velocidad de su crecimiento y la cantidad de individuos de diferentes edades que existirán en cierto momento. Las comunidades de organismos vivos y el ambiente inerte que los rodea constituyen lo que

llamamos *ecosistema*. Los seres humanos con frecuencia alteran el medio ambiente inerte. Esta alteración puede afectar a algunas de las especies en ese ecosistema, como por ejemplo, puede alterar el número de la población, el ritmo de crecimiento y la cantidad de individuos de diferentes edades que habrá. En esta investigación estudiamos una especie de camarón de agua dulce. El camarón de agua dulce *depende* tanto de los ríos de montaña como de los humedales de la costa para vivir y reproducirse. Los seres humanos han alterado el

ambiente del río al construir represas y colocando tubos que transportan el agua del río a otros lugares para el uso humano. Ya que todos los individuos están en estrecha relación con el ambiente, cualquier cambio en el ambiente puede causar un cambio en la vida del individuo o del grupo de individuos. Los investigadores quisieron saber de qué manera las represas y las tuberías afectaban al ciclo de vida del camarón de agua dulce, especie que necesita transportarse río abajo y río arriba para sobrevivir.



Figura 1. Represa en el Río Espíritu Santo en Puerto Rico.

Los arroyos tropicales también proporcionan a las personas, el agua dulce necesaria para beber, cocinar y lavar. Debido a que cada día hay más personas viviendo en las regiones tropicales, hay mayor necesidad de agua para el consumo humano en estas regiones. Para proporcionarle agua a las personas, con frecuencia se construyen pequeñas represas en los arroyos tropicales (ver figura 1). Ésto crea un pequeño estanque de agua en el arroyo. El agua es sacada del estanque por medio de tubos que transportan el agua hacia las ciudades donde la gente vive. Desafortunadamente, los tubos también se llevan muchas de las larvas de camarón fuera del arroyo. Esto significa que menos larvas son capaces de llegar a los humedales localizados corriente abajo. En cuanto a los camarones jóvenes que nadan corriente arriba, las represas a veces pueden bloquear su paso. Cuando esto sucede, los camarones no pueden reproducirse por no poder llegar al lugar apropiado para su reproducción. Es así como la *población* de camarón se reduce cada día más y más. Los investigadores de este estudio quisieron encontrar la manera de proteger la población de camarón y al mismo tiempo seguir proporcionando agua para la gente.



Sección de reflexión

- Si los científicos no encuentran una manera de proteger el camarón y al mismo tiempo seguir proporcionando agua para la gente, ¿qué crees que pasará con la población de camarón en el futuro?
- Si fueras el científico de esta investigación, ¿cómo estudiarías la población de camarones migratorios?

Método

Los científicos estudiaron el arroyo cerca de la represa del Río Espíritu Santo en el Bosque Nacional del Caribe en Puerto Rico (ver figura 2). Para saber cuántas larvas de camarón estaban siendo transportadas dentro

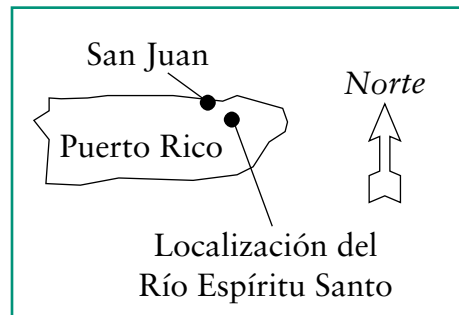


Figura 2. Localización del Río Espíritu Santo en Puerto Rico.

de la tubería, los científicos colocaron redes dentro del agua. Primero, colocaron redes en el agua corriente arriba y contaron el número total de larvas flotando corriente abajo. También pusieron una red frente a la tubería y contaron el número de larvas en la red. Con este método, supieron cuántas larvas hubieran fluído dentro de los tubos y cuántas hubieran pasado por encima de la represa. Para saber cuántos camarones jóvenes estaban nadando corriente arriba, los científicos pusieron una red dentro del agua debajo de la represa. Anotaron el número de camarones jóvenes debajo de la represa contando cuántos quedaron atrapados en la red. También observaron, contaron, y anotaron cuántos camarones jóvenes subieron por encima de la represa. Debido a que las larvas flotan corriente abajo durante la tarde y la noche, los científicos recolectaron su información en la tarde y en la noche. Recolectaron información cada tercer día, en un total de 24 noches.



Sección de reflexión

- En lugar de recoger información en tan sólo una noche, los científicos contaron el número de larvas de camarón en 24 noches. ¿Por qué crees es importante contar el número de larvas en más de una noche?
- ¿Cómo crees que los científicos supieron que las larvas de los camarones flotan corriente abajo durante la tarde y la noche en lugar de durante el día?

Flujo promedio de larvas de camarón en un día normal. Cada columna representa datos tomados cada hora empezando a las 5 de la tarde y terminando a las 7 de la mañana del día siguiente.

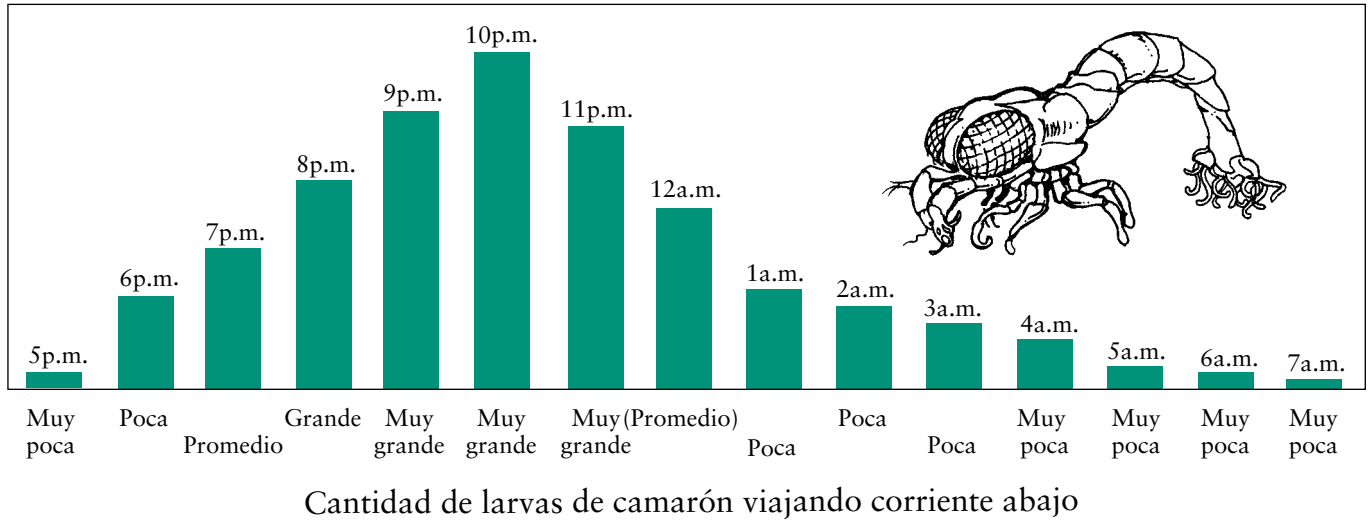


Figura 3. Cantidad promedio de larvas de camarón flotando corriente abajo a diferentes horas del día.

Resultados

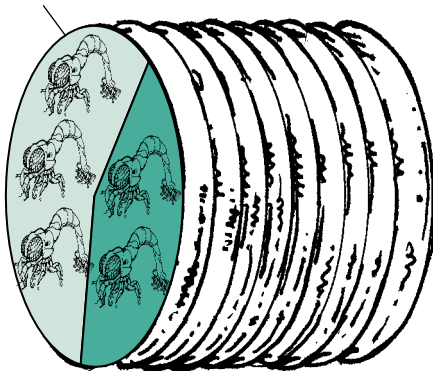
Los científicos descubrieron que la mayoría de las larvas de camarón flotan corriente abajo entre las 8 y las 12 de la noche (ver figura 3). El porcentaje promedio de larvas flotando dentro de los tubos fue de 42% del número total de larvas flotando corriente abajo (ver figura 4). Los científicos también descubrieron que la represa con frecuencia impedía que los camarones jóvenes pudieran nadar corriente arriba, y con frecuencia actuaba como un cuello de botella en la migración. Esto significa que muchos camarones jóvenes quedaron atrapados debajo de la represa esperando la oportunidad de arrastrarse por encima de la represa. Con tantos camarones jóvenes esperando, los peces que se alimentan de ellos pudieron comer más de lo normal.



Sección de reflexión

• ¿De qué forma la represa perturbó el ciclo de vida del camarón de

58% de las larvas de camarón nadaron corriente abajo



42% de las larvas de camarón flotaron hacia el tubo

Figura 4. Porcentaje promedio de larvas de camarón que flotaron dentro del tubo y porcentaje promedio que nadaron hacia los humedales.

agua dulce? ¿Qué otras cosas (animales, plantas o el mismo río) sufrieron un impacto como resultado de esto?

- ¿Cómo puede usarse la información de los científicos para ayudar a los camarones de agua dulce? ¿Cuál crees que fue la recomendación de los científicos?

Implicaciones

Los científicos recomendaron cerrar los tubos de recolección de agua cada noche entre las 8 y las 12 de la noche, o por lo menos durante algunas de las horas en que la mayoría de las larvas están flotando corriente abajo. De esta manera, la mayoría de las larvas podrían flotar corriente abajo hacia los humedales sin quedar atrapadas en la tubería, al mismo tiempo que la gente podría seguir usando el agua de los arroyos. Los científicos también recomendaron que se construyeran pequeñas escaleras o escalones para peces alrededor de las represas (ver figura 5). Con estos escalones, los camarones jóvenes podrían arrastrarse sobre las escaleras de peces para volver a llegar corriente arriba. Los científicos advirtieron que no seguir estas recomendaciones, era probable que la población del camarón de agua dulce siguiera declinando en los arroyos tropicales con represas.



Figura 5. Escalera para peces en el Río Espíritu Santo. La escalera para peces se ve en la esquina inferior derecha, debajo de las personas en la foto. Parece una rampa.



Sección de reflexión

- A pesar de que las sugerencias de los científicos podrían ayudar a proteger la

población de camarones y seguir proporcionándole agua a la gente, algunas personas pueden negarse a seguir las recomendaciones. ¿Se te ocurren algunas de las razones que podrían tener? (Pista: La construcción y el mantenimiento de cualquier cosa cuesta bastante dinero. ¿Quién pagaría el costo de las escaleras para peces?)

- ¿Crees que las sugerencias de los científicos son buenas para proteger los camarones de agua dulce y para proporcionar agua para el uso humano? ¿Por qué o por qué no?



Actividad de descubrimiento

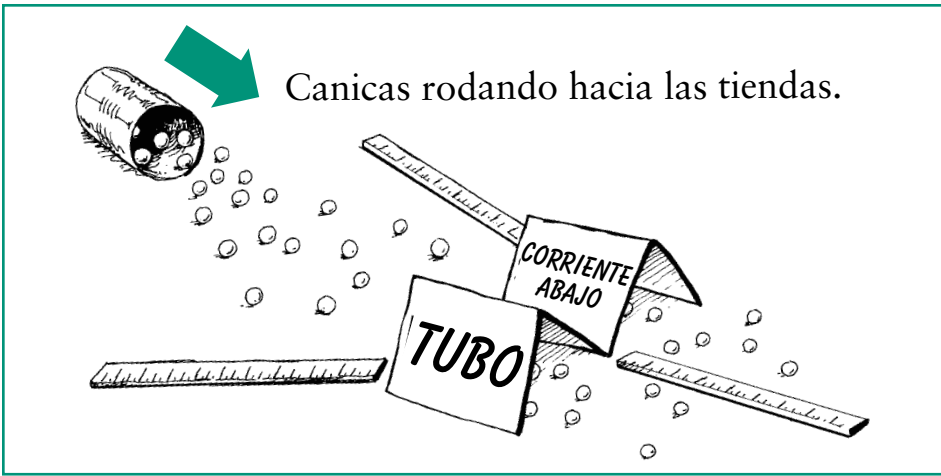
En esta actividad, vas a responder a la

pregunta: ¿Cuál es la diferencia entre tener el 50% de posibilidad de que algo suceda y tener más del 50% o menos del 50% de posibilidad? Vas a utilizar canicas para mostrar cómo algunos camarones de agua dulce quedan atrapados en la tubería mientras que otros camarones logran flotar corriente abajo. En el estudio que acabas de leer, cada camarón tenía un poco más del 40% de posibilidad de flotar dentro del tubo, y casi el 60% de posibilidad de flotar corriente abajo (lo que significa que si un camarón flotara corriente abajo 10 veces, caería dentro de la tubería cerca de 4 veces y escaparía corriente abajo cerca de 6 veces). Observa nuevamente la figura 4. Afortunadamente para los camarones, cada uno de ellos tenía más del 50% de posibilidad de flotar corriente abajo.

En esta actividad, cada camarón va a tener 50% de posibilidad de flotar dentro de la tubería, y 50 % de posibilidad de flotar corriente abajo. Cada estación que construyas va a *simular* un arroyo con tubería. Puedes hacer tres o cuatro esta-

ciones idénticas. En cada estación debe haber de 6 a 8 estudiantes, tres reglas largas o cintas de medición, una cartulina de 22x28 pulgadas, 100 canicas y una lata vacía de café. Corta la cartulina por la mitad y dobla cada pedazo por la mitad de tal manera que parezcan como tiendas o casetas de campaña. Escribe “corriente abajo” en una tienda, y “tubo” en la otra. Coloca las tiendas una al lado de la otra, y coloca una regla o cinta de medición a cada lado de las tiendas. Coloca la tercera regla entre las tiendas, en la parte de atrás. (Véase el diagrama).

Tres estudiantes deben colocarse detrás de las tiendas. Un estudiante deberá recoger y contar las canicas que pasan por una de las tiendas y el otro las que pasan por la otra tienda. El tercer estudiante deberá anotar el número de canicas que pasan por cada tienda. Puedes usar el cuadro de abajo como ejemplo para anotar tus observaciones. Coloca las 100 canicas (que simulan 100 camarones) dentro de la lata de café. Otro estudiante, parado a 6 pies (2 metros) de las tiendas, cuidadosamente dejará rodar las canicas fuera de la lata de café, en dirección de las tiendas. El estudiante deberá apuntar hacia el centro de la estación. No las dejes caer con demasiada fuerza: recuerda, ¡son camarones flotando corriente abajo! Los estudiantes detrás de las tiendas deberán recoger y anotar el número de camarones flotando “corriente abajo” y el número flotando entre el “tubo”. Los camarones que flotaron dentro del tubo morirán. Los camarones que



flotaron corriente abajo deberán ser llevados de nuevo corriente arriba para hacerlos rodar hacia las tiendas una vez más. Cada vez que vuelvas a dejar rodar las canicas, las canicas van a representar las crías de los camarones que lograron regresar corriente arriba para reproducirse. Sigue haciendo rodar las canicas hasta que todos los camarones hayan

muerto (caído dentro del “tubo”). Ahora que has hecho y anotado tus observaciones, deberás *analizarlas*. Calcula el porcentaje de camarones que cayeron dentro del tubo cada vez. ¿Cuántas veces tuviste que hacer rodar las canicas para que todos los camarones cayeran dentro del tubo? Ahora, para calcular el porcentaje promedio

de camarones que cayeron dentro del tubo, suma los números de la segunda columna y divídelos por el número de veces que hiciste rodar las canicas. El resultado es el número del porcentaje promedio total de camarones entrando al tubo. Compara este porcentaje con el porcentaje que los científicos encontraron en su estudio (42 por ciento). ¿Cuál es la diferencia entre tu experimento y el flujo del río? Si hiciste rodar las canicas hacia el centro de la estación, tu porcentaje promedio total debió haber sido cerca de 50%. ¿Así fue? Si no fue así, ¿qué crees que hizo que tu porcentaje fuera distinto? ¿Por qué crees que cada camarón en el Río Espíritu Santo tiene más de 50 por ciento de posibilidad de no caer dentro del tubo?

Ejemplo de cuadro para anotar observaciones. Comienza con 100 canicas

	# dentro del tubo	% dentro del tubo	# flotando corriente abajo	% flotando corriente abajo
1ra. vez	32 (por ejemplo)	32 o .32	68	68 o .68
2da. vez	Comienza con 68 canicas – Anota el #	# dentro del tubo dividido entre 68	Resta de 68 el número de canicas que pasó por dentro del tubo	Divide entre 68 el número flotando corriente abajo
3ra. vez	Comienza con el número flotando corriente abajo			
4ta. vez				
5ta. vez				
6ta. vez				
7ma. vez				
8va. vez				
9na. vez				
10ma. vez				

Tomado de: Benstead, Jonathan P., March, James G., Pringle, Catherine M. y Scatena, Frederick N. (1999). Effects of a low-head dam and water abstraction on migratory tropical stream biota. *Ecological Applications*, 9(2): 656-668.