

CAPÍTULO 3: EL USO DE LOS PAQUETES DE HOJAS COMO HERRAMIENTA PEDAGÓGICA

El método del «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos» es muy flexible y está abierto al tipo de diseño que tú quieras dar a los experimentos de los alumnos. El kit se puede usar para establecer las condiciones de referencia de un río local, como se ha descrito en el capítulo 2, para después pasar a supervisarlos periódicamente como una experiencia de ciencia ciudadana o de acción cívica. El material complementario del capítulo 3 permite que la experiencia pedagógica se centre en el diseño y los métodos experimentales.



PLAN DE ACCIÓN

El desarrollo de un plan de acción puede guiarte a la hora de montar el experimento y participar en la Leaf Pack Network. Para realizar esta actividad hacen falta entre 2 y 6 semanas. Se puede optar por que los estudiantes participen en todas las experiencias o solo en algunas fases. Usa algunos o todos los pasos del siguiente plan de acción general como guía para planificar tu proyecto de paquetes de hojas.

Si te gustaría recibir sugerencias y asesoramiento para realizar tu plan de acción, contacta con el administrador de la Leaf Pack Network en el Stroud Water Research Center (leafpacknetwork@stroudcenter.org). La Leaf Pack Network también ofrece talleres presenciales de 1-2 días.

Información general

1. ¿Qué clases participarán en el proyecto de paquetes de hojas?
2. ¿Cuántos alumnos participarán? ¿De qué cursos?
3. ¿Qué río se usará?
4. ¿Qué cuenca o subcuenca?
5. ¿Qué problemas logísticos hay que afrontar al preparar la puesta en marcha del experimento de paquetes de hojas? (Incluye cosas como tareas administrativas, el transporte, el acceso a la propiedad, los calendarios, etc.)

6. ¿Cómo quieres que este proyecto ayude a tus necesidades curriculares? ¿Qué temas serán de especial interés para ti?

El diseño del experimento

1. ¿Cuándo tienes previsto iniciar el proyecto?
2. Describe el río y el lugar que la clase va a investigar. ¿Qué condiciones tiene que lo convierten en una ubicación interesante y eficaz?
3. Si se van a usar paquetes de hojas experimentales, ¿qué se va a investigar en el proyecto? [¿Diferentes especies de hojas? ¿Diferentes ubicaciones del río como rápidos y zonas estancadas? ¿Diferentes ríos?]



Plan de trabajo/Cronograma

Establece un plan de trabajo o cronograma básico. Considera las siguientes tareas. Si el tiempo es un factor a tener en cuenta, no es necesario elegir todos los elementos.

- Introducción a la clase
- Investigación del sitio
- Preparación de los paquetes de hojas para la corriente
- Introducción de los paquetes de hojas en la corriente
- Recolección de los paquetes de hojas de la corriente
- Procesamiento de los paquetes de hojas
- Clasificación e identificación
- Cálculos de la calidad del agua
- Compartir datos en la introducción del portal en línea de Leaf Pack Network



Contribuciones al portal en línea de la Leaf Pack Network

Si te gustaría recibir sugerencias y asesoramiento para realizar tu plan de acción, contacta con el administrador de la Leaf Pack Network en el Stroud Water Research Center (leafpacknetwork@stroudcenter.org). La Leaf Pack Network también ofrece talleres presenciales de 1-2 días.

Considera las siguientes PREGUNTAS:

1. Qué datos va a aportar el proyecto a la LPN?
2. Cómo utilizarán los alumnos los recursos de la LPN?
3. De qué forma participarán los alumnos en la comunicación de los resultados, en una discusión, presentaciones, o por escrito?
4. De qué otra forma se va a compartir la información generada por los alumnos? [conferencias, asambleas de padres, grupos de conservación locales, etc.]
5. Qué otros proyectos están llevando a cabo?
6. De qué otra forma puede el Stroud Water Research Center ayudarle en este proyecto?
7. Qué otros talleres o recursos le pueden servir de ayuda?

EL EXPERIMENTO CON PAQUETES DE HOJAS

1. Introducción

- Presenta a los estudiantes los conceptos del capítulo 1: ¿qué es un paquete de hojas? La relación entre árboles y ríos, los paquetes de hojas como hábitats, los ciclos vitales de los insectos acuáticos, los indicadores de la calidad del agua, los grupos alimenticios funcionales, el tamaño del río, los macroinvertebrados de agua dulce y una cadena alimenticia, además de los conceptos básicos de la ecología del río [cuencas, contaminación, supervisión].
- Habla de por qué se usan los macroinvertebrados para el finalidad y de por qué a los alumnos les debería preocupar la salud de los ríos.
- Haz que el alumnado analice la historia y la información sobre la calidad del agua del río. Saca provecho a recursos en línea como www.ModelMyWatershed.org, una aplicación web gratuita para modelar un río y aprender más sobre tu cuenca local.

Consejos generales:

- Si los alumnos no pueden ir hasta la ribera, toma fotos digitales o haz un breve vídeo de la parte del río en la que se hayan colocado los paquetes de hojas. Etiqueta las fotos para indicar la dirección de la corriente, las márgenes izquierda y derecha, y las posiciones de los paquetes de hojas.
- Usa un mapa topográfico del lugar para que a los alumnos les resulte más fácil rellenar la ficha de datos del hábitat y determinar el uso de las tierras.
- Como alternativa a llevar agua del río al aula, usa agua del grifo sin cloro o deja tres cubos de agua del grifo con cloro en un lugar fresco [pero no congelado] durante los tres días previos a la recolección de los paquetes de hojas del río. Esto permite que el cloro se evapore para que se pueda usar el agua durante el procesamiento de los paquetes de hojas y mantener a los macroinvertebrados vivos para devolverlos al río al finalizar el proyecto.

- Se puede contactar con grupos de observación locales [como Trout Unlimited] para que ayuden con la identificación de los macroinvertebrados.

2. Materiales y seguridad

Consulta el capítulo 2 para obtener una lista de los materiales necesarios y consejos para llevar a cabo el experimento de forma segura.

3. La ejecución del experimento

Cómo elegir un factor de prueba experimental

Piensa en las características del río para determinar qué va a estudiar el experimento. Este será el objeto del experimento o el **variable experimental**. Se pueden usar los paquetes de hojas para explorar cualquiera de los siguientes factores experimentales posibles:

- preferencias alimentarias
- preferencias de hábitat
- diferencias/fluctuaciones estacionales
- diferencias de hábitat/calidad del agua dentro de un mismo río o comparando varios ríos distintos

El objetivo del experimento se puede elegir a partir de la observación de un río local, de los estudios de clase que hayan analizado las comunidades de los ríos o del deseo de aprender más sobre un tema o aspecto concreto de la ecología de los ríos. Haz que los alumnos desarrollen una hipótesis acerca del resultado del experimento.



Cómo elegir una variable experimental

Un experimento con paquetes de hojas que analice la **preferencia de hábitat** podría estudiar las siguientes variables experimentales [recuerda mantener todo igual excepto la variable experimental]:

localización	=	zona de aguas rápidas vs. zona de aguas lentas del mismo río
localización	=	tramo de río con vegetación de ribera vs. un tramo con márgenes erosionados, barro, y claras señales de erosión.
tipología de ríos	=	río con vegetación de ribera vs. un río sin vegetación

Un experimento con paquetes de hojas que analice **una preferencia alimentaria** podría estudiar las siguientes **variables experimentales** [recuerda mantener todo igual excepto la variable experimental]:

tipo de hoja	=	múltiples tipos de hojas vs. una única especie de hoja, o bien especies autoctonas vs. invasoras
tipo de hoja	=	hierva vs. hojas de árbol
edad de la hoja	=	hojas frescas vs. hojas secas

Un experimento con paquetes de hojas que analice las **diferencias estacionales** podría estudiar lo siguiente:

tiempo = otoño vs. primavera

Este sería el mismo experimento repetido una vez durante el otoño y de nuevo en primavera [o viceversa]. Por ejemplo, se pondría el mismo tipo de hojas en el mismo río, en la misma zona y a la misma hora del día.

Dos ejemplos de posibles experimentos

Ejemplo 1 de experimento

Una clase ha visitado un río local y ha descubierto zonas con grandes vertidos de sedimentos. La variable experimental podría ser la calidad del hábitat: «¿Sobreviven mejor ciertos macroinvertebrados en este río o en uno sin señales de vertidos de sedimentos?»

Ejemplo 2 de experimento

Los investigadores tienen curiosidad por saber qué tipo de hojas son más deseables para una variedad de macroinvertebrados. La variable experimental podría ser la preferencia alimentaria: «¿Los macroinvertebrados prefieren las hojas de roble, arce o sauce?»

Decidir cómo se evaluará la variable experimental

Esta es la parte divertida y está limitada únicamente por la creatividad de los investigadores.

Usando los mismos ejemplos:

Organización del experimento: ejemplo 1

La clase ha decidido analizar cómo afecta la calidad del hábitat a la abundancia de ciertos macroinvertebrados comparando la colonización de los paquetes de hojas de un río con vertidos de sedimentos con la colonización de paquetes de hojas en un río que se considera «más limpio». La variable experimental es la calidad del hábitat del río. Esto es lo que será diferente entre los experimentos con paquetes de hojas. Se compara la variable [río contaminado frente a río sano].

Los paquetes de hojas se colocarán en tipos de hábitats o zonas similares de dos ríos [p. ej., todos los paquetes de hojas se colocan en una zona de rápidos], el mismo día, normalmente a la misma hora, y se prepara cada paquete usando el mismo peso del mismo tipo de hoja. Lo que será diferente es la calidad del río; un río tiene mucho sedimento y el otro no. La diversidad de factores que afectan a la colonización de cada paquete de hojas será similar, por lo que las conclusiones obtenidas a partir de los resultados se podrán basar en la diferencia en la calidad del hábitat.

Organización del experimento: ejemplo 2

Los investigadores han decidido analizar las preferencias alimentarias de los macroinvertebrados comparando la colonización de los paquetes de hojas cuando estas son de roble, sauce o arce. La variable experimental es el tipo de hoja. Esto es lo que será diferente en los paquetes de hojas. Se compara el efecto de la variable [hojas de roble frente a hojas de sauce y frente a hojas de arce].

Los paquetes de hojas se prepararán con estos tres tipos de hojas. Todos los paquetes de hojas se colocarán en el mismo río y en el mismo lugar [p. ej., todos los paquetes de hojas se colocan en la misma zona general de rápidos], el mismo día, normalmente a la misma hora, y se prepara cada paquete usando el mismo peso de hojas. Lo que será diferente será el tipo de hojas. La diversidad de factores que afectan a la colonización de cada paquete de hojas será similar, por lo que las conclusiones obtenidas a partir de los resultados se podrán basar en la diferencia en el tipo de hoja.

Decidir cuántos paquetes de hojas se van a necesitar

Debido a que la abundancia y diversidad de macroinvertebrados de agua dulce pueden variar mucho incluso en la misma zona de rápidos, se deberán preparar **réplicas** de los paquetes de hojas para cada variable experimental. El uso de réplicas mejorará la exactitud y reducirá los errores, además de ofrecer un paquete de hojas extra, de tal forma que se pueda completar el experimento si la corriente se llevase un paquete de hojas durante una subida de las aguas. El «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos» incluye materiales suficientes para preparar y analizar un total de seis paquetes de hojas.

Usando los mismos ejemplos mencionados anteriormente:

Preparación de los paquetes de hojas: ejemplo 1

Prepara seis paquetes de hojas idénticos. Coloca tres paquetes de hojas en una zona del río que tenga mucho sedimento. Coloca los otros tres en una zona del río que esté «más limpia».

Preparación de los paquetes de hojas: ejemplo 2

Prepara dos réplicas de paquetes de hojas que contengan cada uno de los tres tipos de hojas del río (dos paquetes con hojas de roble; dos con hojas de sauce; dos con hojas de arce) para obtener un total de seis paquetes.

¿Es necesario un paquete de hojas de control?

Decide si se van a utilizar **paquetes de hojas de control**. Estos paquetes de control contienen hojas de los tres árboles más comunes en torno al río y son colocados en un rápido. El «paquete de hojas de control» ayuda a obtener conclusiones acerca de las relaciones entre el hábitat, el uso de las tierras y la diversidad y densidad de los macroinvertebrados, generando una evaluación más clara de la calidad del agua, debido a la decisión de qué hojas conformarán el contenido de los paquetes de hojas. Estos sirven como punto de comparación para «comprobar» los paquetes experimentales, pero no siempre son necesarios. Por ejemplo, si simplemente se quiere comparar la salud de dos partes del río, en los que los paquetes contienen el mismo peso y tipo de especie de hojas, no habrá que tener paquetes de control.

4. El rellenado de la ficha de datos de campo y el mapa del lugar

Rellena la ficha de datos de campo y el mapa del lugar.

5. La recolección de hojas

Sigue los procedimientos indicados en el capítulo 2.

6. La preparación de los paquetes de hojas para colocarlos en el río

Sigue los procedimientos indicados en el capítulo 2.

Antes de que los alumnos participen en cualquiera de los procesos, revisa el equipo y las herramientas necesarios y haz una demostración de cada paso. Por ejemplo, pesa las hojas para que los estudiantes entiendan cómo usar la balanza y cuántas hojas se necesitan.

7. La colocación de los paquetes de hojas en el río

Sigue los procedimientos indicados en el capítulo 2.

8. La recolección de los paquetes de hojas del río

Sigue los procedimientos indicados en el capítulo 2.

9 El procesado de los paquetes de hojas

Sigue los procedimientos indicados en el capítulo 2. Si la variable experimental es el tipo de hoja y los contenidos de los paquetes de hojas no son iguales, usa un cubo diferente para procesar cada tipo de paquete.

10. Clasificación e identificación

Sigue los procedimientos indicados en el capítulo 2. Si se han procesado los contenidos del paquete de hojas en más de un cubo, asegúrate de mantener los contenidos separados y bien etiquetados. A continuación, presentamos tres ejemplos de cómo se puede realizar la actividad de clasificación e identificación de macroinvertebrados con la clase. Cada ejemplo se corresponde con un único experimento con paquetes de hojas.

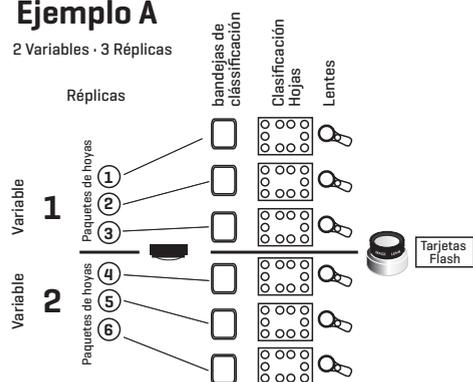
Preparación de una zona de laboratorio para la clasificación

Ejemplo A

El experimento consiste en dos variables con tres réplicas de cada variable [p. ej., tres para un río contaminado y tres para un río limpio], para un total de seis paquetes de hojas. Se dividen en seis puestos de trabajo: tres para una variable [río contaminado] y tres para la otra [río limpio].

Ejemplo A

2 Variables · 3 Réplicas

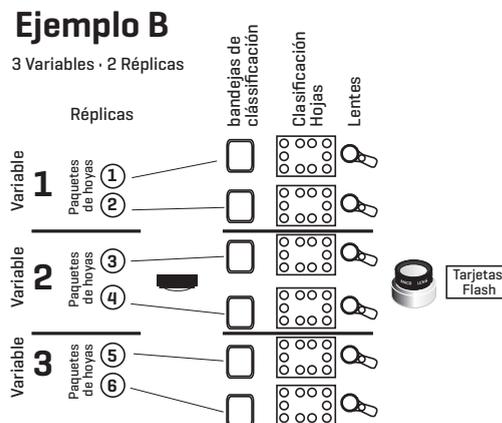


Ejemplo B

El experimento consiste en tres variables con dos réplicas de cada variable [p. ej., dos paquetes con hojas de roble, dos con hojas de sauce y dos con hojas de arce], para un total de seis paquetes de hojas. Estos se reparten en seis puestos de trabajo: dos para la primera variable [hojas de roble], dos para la segunda [hojas de sauce] y dos para la tercera [hojas de arce].

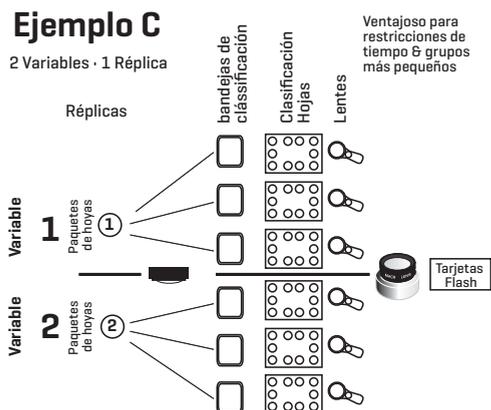
Ejemplo B

3 Variables · 2 Réplicas



Ejemplo C

El experimento consiste en dos variables con una réplica de cada variable [p. ej., un paquete para hojas verdes y otro para hojas secas], para un total de dos paquetes de hojas. Cada paquete de hojas se reparte en tres bandejas. Estas se dividen a continuación en seis puestos de trabajo: tres para una variable [hojas verdes] y tres para la otra [hojas secas].



[Las instrucciones «paso a paso» para el resto de estos procedimientos se basan en el ejemplo A.]

Una alternativa para todos los experimentos es clasificar un único paquete de hojas a la vez, dejando el almacenamiento de los demás paquetes para más tarde [quizás para otro grupo de alumnos o para el mismo grupo al día siguiente]. Los paquetes de hojas se pueden guardar en bolsas con cierre hermético [cada una debe contener una pequeña cantidad de agua de río] en una hielera o refrigerador durante la noche. No es recomendable mantener a los macroinvertebrados fuera del río más de 24 horas.

Puestos de trabajo

Prepara seis puestos de trabajo [se recomienda que haya 4-5 alumnos por puesto], una zona para cada paquete de hojas que se menciona en el ejemplo A. Es recomendable contar con los siguientes materiales en cada puesto para explorar los paquetes de hojas y procesar los datos de los macroinvertebrados:

- Ficha de datos del índice biótico
- 1 lámina de clasificación de macroinvertebrados acuáticos
- 10 placas de Petri
- Bandejas de clasificación
- Pinceles [1 por alumno]
- Cucharas de plástico [1 por alumno]
- Lupas [1 por alumno] o MacroLens [1 por puesto]

Si el experimento incluyese paquetes de hojas de control y paquetes de hojas experimentales, rellena la ficha resumen del experimento para comparar los resultados.

11. Preguntas para el debate

1. ¿Cuál fue la variable de tu experimento con paquetes de hojas? ¿Por qué fue mejor usar más de un paquete de hojas por cada variable experimental?
2. ¿Afectó la variable experimental a los macroinvertebrados que se recogieron?
3. ¿Cuántos tipos distintos de macroinvertebrados de agua dulce contenía el paquete de hojas? ¿Cuál fue el número total de macroinvertebrados?
4. ¿Cómo mostrarías en gráficos los resultados del experimento con los paquetes de hojas? ¿Cómo te ayuda el modelado visual de los datos a identificar patrones en la **densidad de la población** y la **biodiversidad**?
5. Define qué se entiende por biodiversidad y bioindicadores. ¿Cómo se aplican estos términos a tus experimentos con paquetes de hojas?
6. Si no hubiese árboles en la ribera del río, ¿esperarías que el número de macroinvertebrados fuese distinto? ¿Cómo afectaría esto a la comunidad del río?
7. ¿Qué es lo que más te sorprendió durante este experimento?
8. Antes de que llegasen los humanos, ¿qué aspecto crees que tenía la zona cercana al lugar del estudio?
9. ¿Ha habido posibles fuentes de sesgo o error en el experimento que puedan haber influido en los resultados?

ACTIVIDADES ADICIONALES

Actividad 1: CREACIÓN DE UNA CLAVE TAXONÓMICA DE LAS HOJAS DE ÁRBOL

Los alumnos crearán una clave identificadora a partir de las características de ocho hojas diferentes.

Materiales

- Hojas, 8 por equipo
- Etiquetas, 8 por equipo
- Ficha de identificación de árboles, 8 por equipo

Procedimiento

Divide a los alumnos por equipos. Cada equipo deberá:

1. Marcar las etiquetas de la A a la H.
2. Coger una hoja de una planta o árbol. Colocar la etiqueta A en la parte posterior de la hoja.
3. Responder a las preguntas 1 y 2 en una ficha de identificación de hoja de árbol en relación con el árbol A.
4. Repetir los pasos 2 y 3 para los árboles B a H y las hojas B a H.

El resto de la actividad se puede realizar en un lugar distinto del de la recolección.

5. Responder a las preguntas 3 a 6 en relación con las hojas A a H.
6. Observa la ficha de identificación de hoja de árbol de la hoja A. Elige una característica de la hoja A. Escribe esa característica.
7. Clasifica las hojas en dos montones a partir de la característica elegida para la hoja A. Un montón tendrá la hoja A y todas las demás hojas que compartan la característica con la hoja A.
8. Sigue separando cada montón en montones más pequeños en función de otra característica hasta que cada montón solo tenga una hoja. Anota la característica que hayas elegido en cada paso.
9. La división de los elementos por sus características crea una clave dicotómica. Utiliza los rasgos característicos que hayas elegido para clasificar las hojas para establecer una clave dicotómica.

Se pueden crear muchas claves dicotómicas distintas. La figura 9 es un ejemplo.



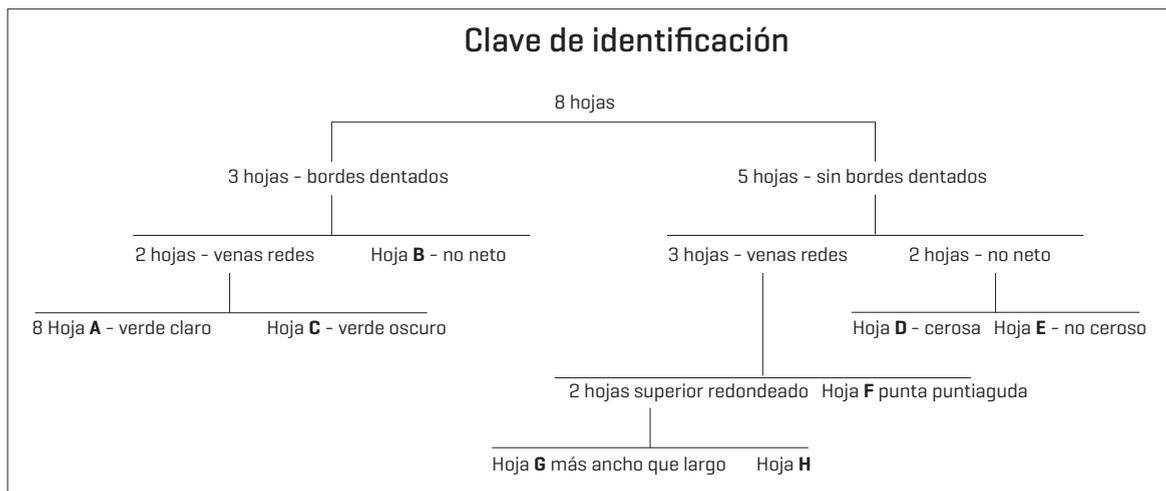


Figura 9. Ejemplo de clave identificadora.

Los alumnos crearán una clave identificadora a partir de las características de ocho hojas distintas.

10. Coloca las hojas de forma aleatoria con el lado de la etiqueta boca abajo. Coge una hoja del montón. Retira la etiqueta.
11. Intercambia tu hoja y tu clave dicotómica con otro equipo.
12. Usa la clave dicotómica para identificar la hoja misteriosa.

Preguntas para el debate

1. ¿Por qué el color y el tamaño pueden no ser buenas características para una clave dicotómica?
El color y el tamaño son cambiantes [p. ej., las hojas cambian de color en el otoño; el tamaño cambia en función de la exposición al sol; los daños provocados por una enfermedad o los insectos pueden alterar su aspecto].
2. ¿Por qué son las hojas mejores características que las flores cuando hablamos de claves dicotómicas de los árboles?
Las flores tienen una forma más constante que las hojas en los arbustos y las plantas herbáceas, y se usan para su identificación. Sin embargo, las flores de los árboles a menudo son difíciles de ver y no permanecen en los árboles tanto tiempo como las hojas.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE ÁRBOLES

Dibujar la hoja

Responde a las siguientes preguntas marcando con un círculo la descripción que mejor se ajuste al árbol y la hoja.

1. El árbol es: de hoja **perenne** o **caduca** [pierde sus hojas estacionalmente].
2. Posición de las hojas en la rama: **opuesta** o **alternada**.
3. Tipo de hoja: **sencilla** o **compuesta**.
4. Tipo de venas de la hoja/foliolo: **una única vena principal con pequeñas venas laterales** o **varias venas principales a partir de un punto**.
5. Borde de la hoja: **liso**, **sinuoso** [ondulado] o **dentado**.
6. ¿Es la base de la hoja simétrica? **Sí** o **no**

Identificación del árbol

Nombre común

Nombre científico [latín]

Actividad 2: DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DEL RÍO

La cantidad de agua que pasa por un punto de un río se puede calcular si dispones de cuatro fuentes de datos: ancho, profundidad, coeficiente de rugosidad y velocidad.

$$\text{ancho [m]} \times \text{profundidad [m]} \times \text{coeficiente de rugosidad} \times \text{velocidad [m/s]} = \text{caudal [m}^3\text{/s]}$$

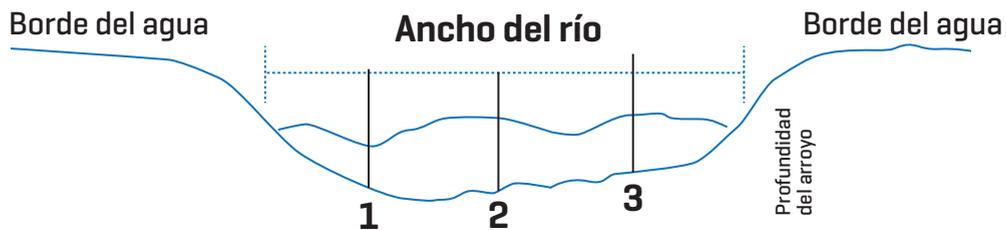
Al colocar los paquetes de hojas, elige un tramo recto del río [sin curvas] que, a poder ser, tenga rápidos y corredores sin obstáculos. Realiza las mediciones antes de colocar los paquetes de hojas en el río.

Materiales

- cinta métrica
- botas
- regla
- cronómetro
- portapapeles
- lápiz
- objeto flotante [naranja, pelota, nuez]

Procedimiento

Realiza las mediciones antes de colocar los paquetes de hojas en el río.



Cálculo del ancho del río:

1. Cerca del lugar en que se vayan a colocar los paquetes de hojas, estira una cinta métrica y mantenla tensa a través del río.
2. Mide la distancia en el borde del agua, de una orilla a otra.

$$\text{Ancho del río} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$$

Cálculo de la profundidad del río:

1. Usa una regla para medir y registrar tres mediciones equidistantes de la profundidad a lo largo del corte transversal. [Véanse los puntos 1, 2 y 3 en el diagrama anterior]. Los extremos cortos de la regla deberán estar mirando corriente arriba.

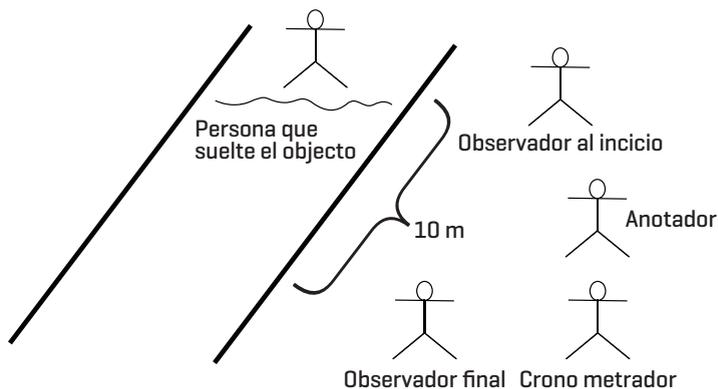
_____ m _____ m _____ m

2. Suma las tres mediciones y divide el resultado por tres para calcular la profundidad media.

Profundidad media = _____ m

Cálculo de la velocidad del río:

1. Mide una distancia de 10 metros en paralelo al río en el que se vayan a colocar los paquetes de hojas. Lo ideal es que la mayor parte de esta distancia de 10 metros esté situada más arriba en el curso del río con respecto al lugar en el que se vayan a colocar los paquetes de hojas. A continuación, se mide el tiempo que tarda el objeto flotante en recorrer los 10 metros.
2. Coloca un observador al inicio y al final del recorrido de 10 metros. También necesitarás una persona que suelte el objeto, un anotador y un cronometrador.
3. Suelta el objeto flotante unos 30 cm por encima del punto de salida.



4. Cuando el objeto flotante pasa dicho punto, el observador situado al inicio deberá gritar «Empieza» y el cronometrador deberá poner en marcha el cronómetro. Cuando el objeto flotante pasa el punto final, el observador situado al final del trayecto de 10 metros deberá gritar «Para» y el cronometrador deberá detener el cronómetro. El anotador deberá dejar constancia del tiempo.

5. Repite el procedimiento tres veces. Suma las tres mediciones y divide el total por tres para calcular la media.

_____ **sec** _____ **sec** _____ **sec**

Tiempo medio para recorrer 10 m: _____ **sec**

6. Calcula la velocidad del río

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}} = \frac{10 \text{ m}}{\text{tiempo medio para recorrer 10 m (en segundos)}} =$$

Cálculo el caudal del río

Cálculo el caudal del río es un valor dado para el tipo de fondo del río. Marca la casilla que mejor describa el fondo del río:

- 0,9: el fondo es suave con limo, arena o lecho de roca
- 0,8: el fondo es áspero con escombros, rocas o gravilla

$$\text{ancho} \times \text{profundidad media} \times \text{coeficiente de rugosidad} \times \text{velocidad} = \text{caudal (m}^3\text{/s)}$$

_____ [m] x _____ [m] x _____ x _____ [m/s] = _____ [m³/s]

$$\text{Caudal del río} = \text{_____ m}^3\text{/s}$$

Factor de conversión: Para convertir los metros cúbicos por segundo [m³/s] en pies cúbicos por segundo [cfs] multiplica por 35,31.

Nota: Descarta cualquier intento en el que el objeto flotante se vea obstaculizado por raíces, cantos, residuos, etc.

Actividad 3: JUEGO DE TARJETAS IDENTIFICADORAS DE MACROINVERTEBRADOS

Materiales

- Macroinvertebrados acuáticos de agua dulce: Tarjetas identificadoras
- Clave dicotómica de identificación de macroinvertebrados acuáticos
- Pinzas de la ropa, cordel [opcional]



Preparación:

- Realiza una tormenta de ideas sobre los nombres de los insectos habituales.
- Dibuja un cuerpo genérico de insecto con la ayuda de los participantes.
- Muestra la foto de una oruga y pregunta si es un insecto.
- Habla de los estadios vitales y de los estadios larvarios que se encuentran habitualmente en los sistemas acuáticos.
- Genera una lista de palabras relativas a la anatomía de los insectos que sean desconocidas para los participantes.
- Define las palabras desconocidas y muestra ejemplos con imágenes de macroinvertebrados acuáticos.
- Presenta la clave dicotómica y los macroinvertebrados acuáticos de agua dulce: tarjetas identificadoras.
- Realiza la actividad del juego con tarjetas.

Instrucciones

Esta actividad se desarrolla con equipos de dos personas.

1. Una elige una tarjeta de macroinvertebrado y se la pasa a su compañero, que no la mira y la pone a su espalda, para no poder ver la foto. [Se puede usar una pinza o un cordel para sujetar la tarjeta en la espalda del compañero].
2. La persona con la tarjeta en su espalda sujeta la clave dicotómica frente a ellos e intenta averiguar qué macroinvertebrado está en la tarjeta revisando la clave y únicamente haciendo preguntas a las que se pueda responder «Sí» o «No».

3. La persona que responde las preguntas basa sus respuestas únicamente en la fotografía del macroinvertebrado de la tarjeta.
4. Cuando la persona con la clave está segura de cuál es el macroinvertebrado sujeto a su espalda, pueden nombrar el macroinvertebrado y descubrir si acertaron.
5. A continuación, se cambian los roles y se elige otra tarjeta de macroinvertebrado.

FINALIDAD DEL «KIT DE HOJAS PARA ESTUDIAR LA ECOLOGÍA DE LOS RÍOS»

- Implicar de forma activa a los alumnos en la educación investigadora y realizada directamente en la cuenca, así como en contenidos de ciencia medioambiental, tecnología, ingeniería y matemáticas [E-STEM, por sus siglas en inglés].
- Fomentar la curiosidad de los alumnos usando métodos científicos que conlleven actividades de observación y explicación.
- Concienciar sobre la importancia de los bosques de ribera para la ecología de los ríos y ríos y fomentar su protección.
- Desarrollar una red diversa y dinámica de grupos que comparten información digitalmente sobre los ríos que tienen próximos.
- Usar el «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos» y otros recursos pedagógicos para mejorar la educación práctica sobre E-STEM y el desarrollo profesional del profesorado.

OBJETIVOS DEL «KIT DE HOJAS PARA ESTUDIAR LA ECOLOGÍA DE LOS RÍOS»

Al finalizar el proyecto, los alumnos habrán:

- usado la LPN como herramienta para aplicar y comprender los principios científicos en una situación real;
- realizado una investigación experimental sobre los ríos locales;
- participado en la recopilación y supervisión de datos obtenidos mediante experimentos realizados sobre el terreno;
- observado y descrito las redes alimentarias acuáticas y la disponibilidad de recursos de las comunidades, poblaciones y organismos de un ecosistema de agua dulce;
- identificado especies de árboles autóctonos y su función como alimento y hábitat en los ecosistemas de agua dulce;
- identificado macroinvertebrados locales;
- explorado la función de los macroinvertebrados como valiosos indicadores de la salud del río;

- identificado la cuenca local usando un mapa;
- medido las características físicas de un río;
- analizado los datos de los macroinvertebrados usando índices para evaluar la calidad del agua;
- realizado preguntas sobre la investigación relacionadas con los paquetes de hojas y las disciplinas E-STEM;
- extraído conclusiones a partir de las pruebas empíricas acerca de las relaciones entre el hábitat, el uso de las tierras y la diversidad y densidad de los macroinvertebrados;
- identificado una forma de mejorar la calidad del agua y minimizar el impacto humano en un río local;
- recopilado datos reales en lugares reales para mejorar la capacidad de tomar decisiones prácticas que afectan a la calidad del agua y la protección de las cuencas.

ALINEACIÓN CON LOS ESTÁNDARES CIENTÍFICOS DE PRÓXIMA GENERACIÓN [5.º de primaria a 2.º de bachillerato]

Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos

Expectativas de rendimiento:	Ideas fundamentales por disciplina:	Conceptos transversales:	Prácticas de ingeniería:
3-LS4-3, MS-LS2-1, MS-LS2-2, MS-LS2-4, MS-LS2-5, HS-LS2-1, HS-LS2-2, HS-LS2-7	LS4.C, LS2.A, LS2.C, LS4.D, ETS1.B	Causa y efecto, patrones, estabilidad y cambio, escala, proporción y cantidad	Participación en debates partiendo de pruebas, análisis e interpretación de datos, generación de explicaciones y diseño de soluciones, uso de las matemáticas y el pensamiento computacional

FICHAS TÉCNICAS, RECURSOS Y BIBLIOGRAFÍA

FICHAS TÉCNICAS

- Ficha de campo/mapa del lugar
- Ficha de datos del índice biótico
- Ficha de datos del hábitat
- Ficha resumen del experimento