



¡¡ Agua !!



MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN  
Y CIENCIA

cide

Centro de  
Investigación y  
Documentación Educativa

H/ 4858

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA  
BIBLIOTECA  
27 MAR 2006  
ENTRADA  
DONATIVO

MA-23165

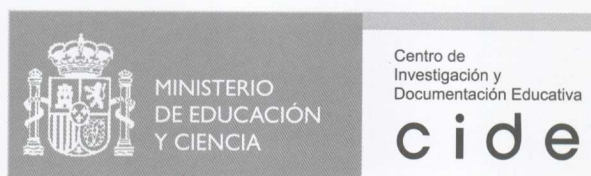
THE  
LIBRARY  
OF THE  
MUSEUM OF  
ART AND HISTORY  
OF THE  
CITY OF  
NEW YORK



# ¡¡Agua!!

Catalina López Martínez  
Valentín Gavidia Catalán  
Juan Rueda Sevilla

SEGUNDO PREMIO NACIONAL DE INNOVACIÓN EDUCATIVA 2004



N.º 3

Colección: INNOVACIÓN



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA**

**SECRETARÍA GENERAL DE EDUCACIÓN**

Dirección General de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa

Centro de Investigación y Documentación Educativa (CIDE)

Edita:

© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

Subdirección General de Información y Publicaciones

NIPO: 651-05-341-6

ISBN: 84-369-4142-X

Depósito Legal: M-9.063-2006

Diseño de cubierta: Gallego & Santos Asociados

Imagen de cubierta: Cuadro original de Pablo Isidoro: "Arquitecturas I"

Diseño de maqueta: Charo Villa

Edición y revisión: Marisa Barreno

Imprime: SOLANA E HIJOS, A.G., S. A.

# Índice

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	9
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	11
Preguntas de introducción .....	14
A.0. ¿Cómo es nuestro paisaje ideal? .....	15
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS DEL AGUA</b> .....	17
A.1. ¿Por qué a temperatura ambiente el agua no es un gas? .....	19
A.2. ¿Qué pasaría si el hielo pesara más que el agua líquida? .....	21
A.3. El mejor disolvente conocido .....	22
A.4. El calor específico del agua y el calor de vaporización .....	22
A.5. Cambios de estado del agua .....	23
<b>Actividades de procedimiento</b>	
<b>Importancia del agua para la vida</b>	
A-P.1. Variación de la densidad del agua con respecto a su concentración de sales .....	25
A-P.1. Variación de la densidad del agua con respecto a la temperatura ..	26
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA TIERRA</b> .....	29
A.6. El planeta Agua .....	31
<b>Actividad de refuerzo</b>	
R.A.6. Distribución del agua en la Tierra .....	32
A.7. Comparar los diferentes reservorios de agua .....	33
A.8. Los seres vivos son casi agua .....	35
A.9. ¿Por qué es necesaria el agua para las personas? .....	37
A.10. Dependencia humana del agua a lo largo de la Historia .....	38
A.11. ¿Cómo se recicla el agua dulce? El ciclo natural del agua .....	40
<b>Actividades de refuerzo</b>	
R.1.A.11. Algunos interrogantes del ciclo natural del agua .....	42

R.2.A.11. Completar un esquema del ciclo natural del agua . . . . .	44
A.12. Factores que influyen en el balance hídrico de una región. Cálculo del balance hídrico de una provincia . . . . .	45
A.13. Importancia de los bosques para la existencia de agua . . . . .	47
A.14. Los humedales y su importancia ecológica . . . . .	49
<b>Actividades de ampliación</b>	
A.A.1. ¿Todos los seres vivos pueden adaptarse a vivir con escasez de agua? . . . . .	50
A.A.2. 2003, Año Internacional del Agua Dulce . . . . .	53
A.A.3. Al disfrutar del agua favorecemos nuestra salud . . . . .	55
<b>Actividades de procedimiento</b>	
A.P.3. Montaje para la observación del ciclo natural del agua . . . . .	56

### CAPÍTULO 3

<b>¿CÓMO GESTIONAMOS EL AGUA?</b> . . . . .	59
A.15. El ciclo integral del agua . . . . .	61
A.16. Influencia de los vertidos en los cursos fluviales . . . . .	63
A.17. Funcionamiento de una potabilizadora . . . . .	64
A.18. Limpiar lo que ensuciamos. Las depuradoras . . . . .	66
A.19. La importancia de las depuradoras y potabilizadoras . . . . .	68
<b>Actividades de ampliación</b>	
A.A.4. Afianzar el ciclo integral del agua . . . . .	69
A.A.5. Tratamientos de depuración complementarios . . . . .	70
A.A.6. Visita a una planta potabilizadora o depuradora . . . . .	72
<b>Actividades de procedimiento</b>	
A.P.4. Práctica de laboratorio: Autodepuración del agua . . . . .	74
<b>Valoración de la calidad del agua de un curso de agua fluvial</b>	
A.P.5. Elección y situación de los puntos de muestreo . . . . .	78
A.P.6. Valoración de la calidad del agua de un río mediante el uso de bioindicadores . . . . .	81
A.P.7. Determinación e interpretación de los parámetros físico-químicos . . . . .	85
A.P.8. Elaboración de un informe acerca de la calidad del agua de un tramo de un río . . . . .	91

### CAPÍTULO 4

<b>¿USAMOS Y CONSUMIMOS EL AGUA DULCE SEGÚN UN DESARROLLO SOSTENIBLE?</b> . . . . .	95
A.20. Consumo del agua dulce según un desarrollo sostenible . . . . .	97
A.21. Principios básicos del desarrollo sostenible en el consumo del agua dulce . . . . .	98
A.22. La distribución del agua . . . . .	99
A.23. Problemas por la escasez o la baja calidad del agua . . . . .	101
A.24. La escasez y el mal estado del agua son causa de enfermedades para las personas . . . . .	103



A.25. Principales problemas mundiales a causa de la escasez o del mal uso del agua . . . . .	106
<b>Actividad de ampliación</b>	
A.A.7. Los trasvases de agua. Juego de rol . . . . .	108

## CAPÍTULO 5

<b>¿QUÉ DEBEMOS HACER PARA CONSUMIR AGUA SEGÚN UN DESARROLLO SOSTENIBLE?</b> . . . . .	111
A.26. Conductas para un uso y consumo de agua según un desarrollo sostenible . . . . .	113
A.27. El recibo del agua . . . . .	118
A.28. La calidad del agua potable . . . . .	120
A.29. ¿Qué ensucia y contamina el agua? . . . . .	124
A.30. Realizar una investigación acerca del consumo de agua potable . . . . .	127
A.31. El agua dulce puede acabarse. ¿Qué podemos hacer? . . . . .	129
A.32. Relacionar conceptos . . . . .	129
<b>Actividades de ampliación</b>	
A.A.8. Diseño y realización de un juego que contemple algunos conceptos de los tratados en esta unidad . . . . .	131
A.A.9. Elaboración de la carta del agua 2003 de nuestro centro . . . . .	135

## CAPÍTULO 6

<b>AUTOEVALUACIÓN Y EVALUACIÓN</b> . . . . .	137
Actividades de autoevaluación . . . . .	139
Respuestas a las actividades de autoevaluación . . . . .	140
Actividades de evaluación . . . . .	140
<b>ANEXOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA</b> . . . . .	
I. Clave de identificación de los invertebrados acuáticos y sus bioindicadores . . . . .	145
II. Macroinvertebrados acuáticos . . . . .	153
III. Bioindicadores . . . . .	157
IV. Estado de salud del río. (Fichas para valorar la calidad del agua del río) . . . . .	169



# Presentación

Los Premios Nacionales de Innovación Educativa convocados anualmente por el Ministerio de Educación y Ciencia con el objetivo de contribuir a mejorar y renovar la práctica docente y dar respuesta a las necesidades del Sistema Educativo.

En la convocatoria correspondiente al año 2004 ha obtenido uno de los dos segundos premios el proyecto denominado "¡¡Agua!!", del que son autores Catalina López Martínez, Valentín Gavidia Catalán y Juan Rueda Sevilla.

Este material pretende no solamente el estudio teórico que se puede hacer del agua, desde el punto de vista hidrológico, sino, sobre todo, que las nuevas generaciones de estudiantes tomen conciencia de que el agua debe utilizarse de manera solidaria para evitar que se hipoteque el futuro del planeta.

El agua constituye entre el 50 y el 90% de todas los seres vivos y desempeña un papel fundamental en la climatología, interviniendo además como agente fundamental en los procesos geodinámicos terrestres.

El agua ha condicionado, desde siempre, el desarrollo de las diferentes civilizaciones, de manera que el progreso y decadencia de las mismas siempre se ha visto influenciado por la presencia de la misma (tanto como sostén de vida como medio a través del que se establecían las relaciones interregionales e interculturales), si tenemos en cuenta que servía de vía de transporte tanto para los intercambios comerciales, pero también para los conflictos bélicos y colonizadores.

Cuando se trata de hacer un estudio del agua como recurso en el planeta, vemos que se puede considerar desde una perspectiva que enraíza con la historia, pero también hay que tener presente, por su importancia, la proyección de futuro que tiene.

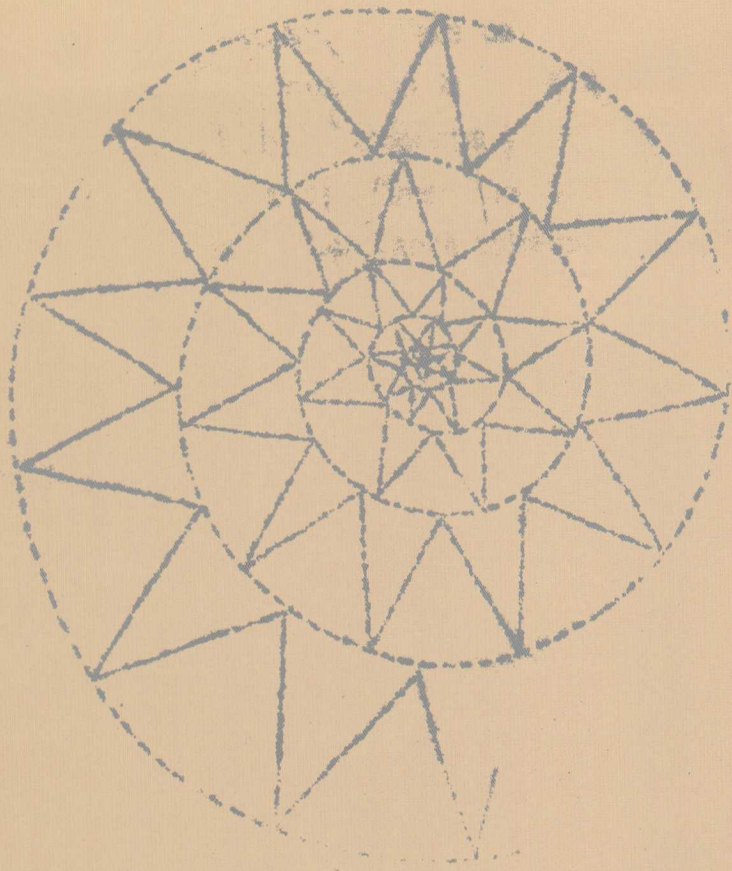
Considerando que desde el año 2005 se ha planteado en los países desarrollados la década de la educación para el desarrollo sostenible, en cualquier estudio del agua que se lleve a cabo en la actualidad, es necesario analizar de manera prioritaria el propio estado de salud de las aguas y de todo el ciclo hidrológico si se pretende ver su influencia dentro del desarrollo sostenible.

Es importante, por tanto, que el alumnado pueda llegar a determinar la salud de un sistema ambiental para que se vaya asumiendo por la ciudadanía del mañana que no es posible continuar vertiendo desechos y contaminantes de manera descontrolada al medio, pues llegará un momento en que la propia naturaleza no será capaz de reequilibrar esa alteración y el agua limpia será cada vez más escasa.

La contaminación del medio ambiente en general, y del agua en particular, incide en el propio futuro de la humanidad. Es necesario, por tanto, remediar el progresivo deterioro del planeta.

Este trabajo trata de familiarizar al alumnado con el agua, uno de los recursos más importantes del planeta, para conseguir una toma de conciencia por parte de las nuevas generaciones en la conservación de dicho recurso; siendo éste uno de los grandes objetivos para la década de la educación para el desarrollo sostenible que ahora se inicia. La supervivencia de la humanidad dependerá de la manera en que se valore y se respete el uso del agua.

*Centro de Investigación y Documentación Educativa*



## Introducción



# Introducción

**N**uestro transcurso por la vida es semejante al del explorador que atraviesa un desierto: siempre vamos buscando el elemento máspreciado: ¡¡el agua!!

El agua es el mejor de nuestros tesoros, nuestra supervivencia depende del modo en que lo valoremos y respetemos. Hay pueblos que han sido muy respetuosos con

el agua y el medio ambiente, un ejemplo lo tenemos en este fragmento de la carta que EL GRAN JEFE INDIO NOAH SEATTLE envió en 1854 al GRAN JEFE BLANCO DE WASHINGTON FRANKLIN PIERCE (presidente de los Estados Unidos de Norteamérica), en respuesta a la oferta de éste para comprarle una gran extensión de tierras y crear una reserva para el pueblo indígena.

¿Cómo se puede comprar o vender el firmamento, ni aun el calor de la tierra? Dicha idea nos es desconocida. Si no somos dueños de la frescura del aire ni del fulgor de las aguas, ¿cómo podrán ustedes comprarlos?

Somos parte de la tierra y, asimismo, ella es parte de nosotros. Las flores perfumadas son nuestras hermanas; el venado, el caballo, la gran águila; éstos son nuestros hermanos. Las escarpadas peñas, los húmedos prados, el calor del cuerpo del caballo y el hombre, todos pertenecemos a la misma familia.

El agua cristalina que corre por los ríos y arroyuelos no es solamente agua, también representa la sangre de nuestros antepasados...

Los ríos son nuestros hermanos y sacian nuestra sed; son portadores de nuestras canoas y alimentan a nuestros hijos. Si les vendemos nuestras tierras, ustedes deben recordar y enseñarles a sus hijos que los ríos son nuestros hermanos y también lo son suyos y, por tanto, deben tratar-

los con la misma dulzura con que se trata a un hermano.

Sabemos que el hombre blanco no comprende nuestro modo de vida. Él no sabe distinguir entre un pedazo de tierra y otro, ya que es un extraño que llega de noche y toma de la tierra lo que necesita. La tierra no es su hermana sino su enemiga, y una vez conquistada sigue su camino, dejando atrás la tumba de sus padres sin importarle. Les secuestra la tierra a sus hijos. Tampoco le importa. Tanto la tumba de sus padres como el patrimonio de sus hijos son olvidados. Trata a su madre, la tierra, y a su hermano, el firmamento, como objetos que se compran, se explotan y se venden como ovejas o cuentas de colores. Su apetito devorará la tierra dejando tras de sí sólo un desierto.

No sé, pero nuestro modo de vida es diferente al suyo. La sola vista de sus ciudades apena los ojos del piel roja. Pero quizás sea porque el piel roja es un salvaje y no comprende nada...

De la lectura de esta carta podemos obtener importantísimas ideas que, si fuésemos consecuentes con ellas, nos harían cambiar nuestro estilo de vida. Nadie ha vaticinado nuestra autodestrucción mejor que el Gran Jefe Indio, y lo hizo cuando la sobreexplotación de recursos no era la que

es hoy y nada tenía que ver la contaminación de las aguas con la que hoy tenemos. Nuestra sociedad tiene unas prácticas insostenibles y estamos sufriendo de lleno sus efectos. Deberíamos aprender de los "salvajes", que saben valorar el medio ambiente y, en concreto, el agua.

¿Te imaginas un lugar sin agua pero con vida? Sólo en el caso de escaseces temporales de agua se puede pensar en la existencia de seres vivos en lugares carentes de ella. ¿Te has preguntado alguna vez por qué, aunque los ríos desembocan en el mar, siguen llevando agua? ¿De dónde les llega el agua?

Según el director general de la UNESCO, Federico Mayor Zaragoza, uno de los desafíos más graves ante los que se encuentra el mundo de hoy es la crisis del agua que se avecina: en efecto, en el siglo pasado la demanda mundial de este precioso elemento se multiplicó por más de seis, mientras que la población del planeta se triplicó. Si no mejora la gestión de los recursos hídricos y los ecosistemas conexos, en 2025 dos tercios de la humanidad padecerán problemas de penuria de agua grave o moderada. ¿Nos seguirá saliendo agua potable al



Fuente: <http://www.dedigitalerevolutie.nl/ezone/ezone188.htm>

abrir un grifo? ¿Habrá grifos de agua potable en las casas de todos los países?

En nuestros hogares, cuanto mayor es la comodidad en la que vivimos, mayor gasto de agua realizamos. ¿Dónde va a parar el agua que hemos usado? ¿Se puede limpiar el agua que ensuciamos? ¿Cómo? ¿De dónde viene el agua que llega al grifo de nuestra casa? ¿Disponemos de una cantidad ilimitada de agua? Ciertamente no debemos gastar todo el agua que queramos, pues consumimos más que la que se repone con las lluvias, y los acuíferos se encuentran cada vez más contaminados.

Para que nuestro planeta disponga siempre de la misma cantidad de agua y con la misma calidad, es necesario que todos hagamos un uso y consumo de ella conforme a lo que se entiende por desarrollo sostenible; es decir, nuestro gasto no debe sobrepasar la cantidad de agua aportada por las lluvias, ni nuestro uso debe dejar mermada la calidad del agua de ríos, acuíferos, lagos, etc. ¿Crees que hacemos un uso del agua según un desarrollo sostenible?

## PREGUNTAS DE INTRODUCCIÓN

Antes de comenzar a desarrollar esta unidad conviene consensuar los problemas de estudio, por ello, te pedimos que contestes a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué te interesaría aprender o trabajar sobre el agua y el desarrollo sostenible?
2. ¿Qué actividades te gustaría desarrollar sobre los problemas del agua?
3. ¿Qué te gustaría que se evaluase sobre lo aprendido acerca del agua?

Nuestro objetivo es profundizar en todas estas cuestiones surgidas en el debate. Para ello te proponemos, como

hipótesis, reflexionar sobre los siguientes grandes apartados de nuestro trabajo:



1. **¿Cuáles son las características del agua?** En él estudiaremos las características del agua que la hacen imprescindible para la vida.
2. **Distribución del agua en la tierra,** donde se estudia su localización y nuestra dependencia del agua y de los demás seres vivos.
3. **¿Cómo gestionamos el agua?** En este punto estudiaremos el itinerario que sigue el agua hasta llegar a nuestras casas y el que realiza una vez la hemos usado y tiramos por el desagüe; esto es, los procesos de potabilización y depuración que se llevan a cabo para limpiar el agua. Investigaremos la relación que hay entre la calidad y el precio del agua potable de diversas ciudades, así como los tipos de agua envasada. Verificaremos su calidad en algún río de nuestra Comunidad.
4. **¿Usamos y consumimos el agua según un desarrollo sostenible?** Estudiaremos en este apartado lo que significa desarrollo sostenible, así como los problemas derivados de un uso y consumo inadecuados del agua. Valoraremos si el uso que se le está dando a ésta encaja en los criterios de sostenibilidad.
5. **¿Qué debemos hacer para consumir agua según un desarrollo sostenible?** Terminaremos reflexionando sobre qué

podemos hacer cada uno de nosotros. Es fundamental que se use y consuma el agua de manera solidaria, pues, de lo contrario, hipotecaremos la vida de las siguientes generaciones. Se trata de estar o no vivo. ¡El agua es la vida!

A través de este trabajo veremos lo mucho que puede mejorar nuestro entorno si así lo deseamos de verdad. Si todos nos lo proponemos, podemos hacer grandes cosas, sólo depende de nosotros. La huella que dejaremos tras nuestro efímero paso por el planeta puede ser clara y límpida, sin olor, sin sabor, brillante y viva. De lo contrario, será negra y de muerte.

### A.0. ¿CÓMO ES NUESTRO PAISAJE IDEAL?

Antes de comenzar con los cinco bloques que te hemos presentado, te proponemos que realices esta actividad, ya que los sentimientos y sensaciones que tenemos frente a determinados estímulos pueden servirnos de guía en nuestros comportamientos y mostrarnos lo que debemos pretender. Es decir, si nos molesta un medio ambiente sucio y lleno de residuos, tendremos que esforzarnos por que se mantenga limpio haciendo todo lo que esté en nuestras manos para conseguirlo, que puede ser mucho.

Describe cómo es el mejor de los paisajes que te puedas imaginar y qué elementos lo componen.

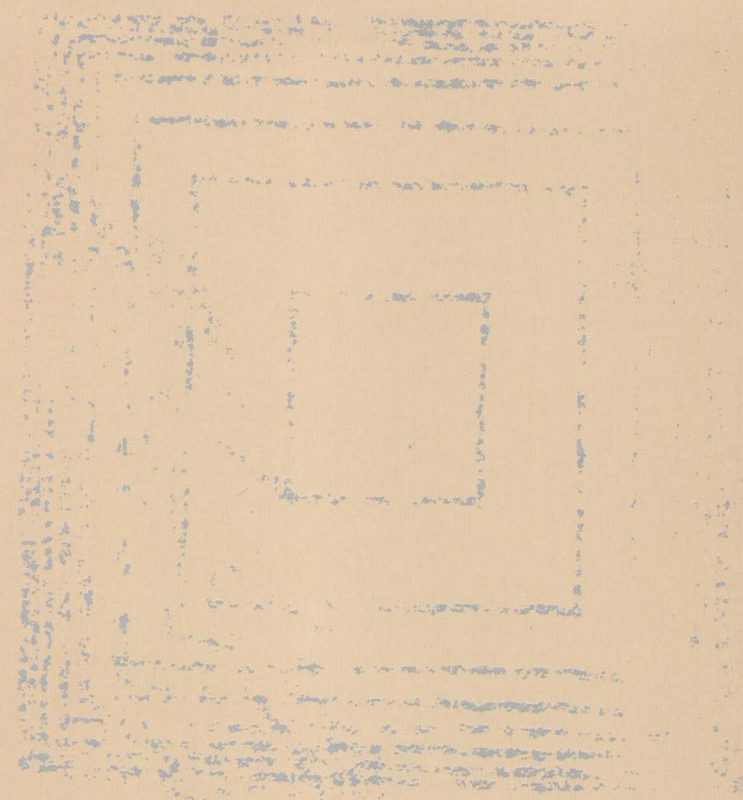
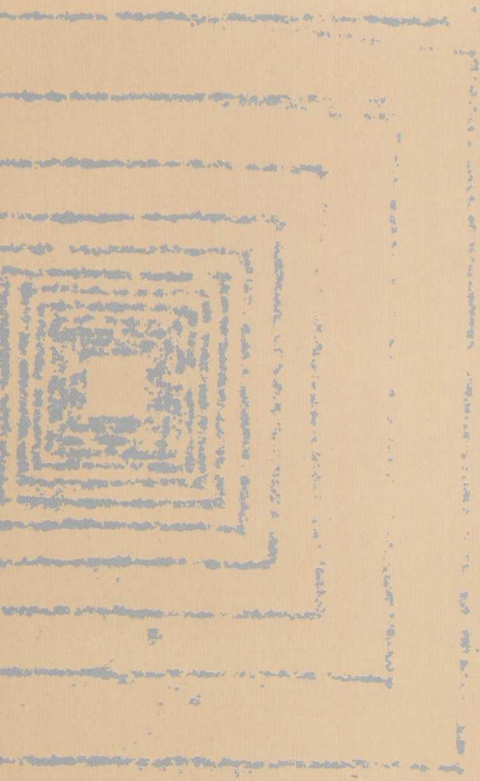
#### A.0. Comentario para el profesorado

*Pretendemos que el alumnado constatare que el agua siempre aparece en sus imágenes de ambientes bonitos, agradables e ilusionantes. Otra variante de esta actividad podría consistir en suministrar al alumnado una serie de fotos de diferentes paisajes y pedirles que las ordenen según la sensa-*

*do fotos de basureros, aguas sucias, residencia de vida que les invada cuando las observen, o bien según sus gustos. Lo normal es que sitúen en primer lugar paisajes estrictamente naturales, en los que aparece el agua y el Sol, o incluso la Luna reflejándose en el mar, un lago o un río. Las que sitúan al final son las que representan zonas urbanas, artificiales, sin seres vivos, o sólo con personas. Si hemos suministra-*

*do fotos de basureros, aguas sucias, residuos intercalados, incluso en un paisaje natural, éstas también quedarán en los últimos puestos. Otra variante podría ser pedirles que traigan de casa fotos de paisajes para que elaboren con ellas un panel que al mirarlo produzca diferentes sensa-*

*ciones. Luego se les puede hacer reflexionar sobre cómo son las fotos que han elegido, los elementos que las componen y la presencia de agua. O bien se les puede preguntar por qué han seleccionado esas fotos, qué han visto en ellas que las ha hecho merecedoras de estar en el panel.*



# Características del agua



# Características del agua




Vimos en el planeta Tierra y podemos hacerlo porque en él existe agua, que es más valiosa que el oro, ya que, sin ella, no es posible la vida. Pero, ¿qué tiene de especial el agua para que consiga este prodigio? Es más ligera que muchos gases, pero ¿por qué no es un gas? ¿Sería igual de importante para los seres vivos si no fuese tan fácil encontrarla en estado líquido?

El agua es un líquido incoloro, inodoro e insípido, es el disolvente universal, se solidifica por el frío y se evapora por el calor. Resulta de la combinación de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. En ella se desarrolla la vida y, además, es el compo-

nente mayoritario, más frecuente y esencial de todos los seres vivos que habitamos nuestro planeta.

## A.1. ¿POR QUÉ A TEMPERATURA AMBIENTE EL AGUA NO ES UN GAS?

El agua se puede encontrar en tres estados: sólido, líquido y gaseoso. Su estado físico depende de la presión y temperatura a las que se encuentra.

Presión	Temperatura	Estado
760 mm = 1 atmósfera	< 0° C	sólido 
760 mm = 1 atmósfera	entre 0 y 100° C	líquido 
760 mm = 1 atmósfera	> de 100° C	gaseoso 

El agua a temperatura ambiente es líquida, al contrario de lo que cabría esperar, ya que otras moléculas de parecido o incluso mayor peso molecular son gases. Este comportamiento físico se debe a que en la molécula de agua los dos electrones de los dos hidrógenos están desplazados hacia el átomo de oxígeno, lo que la convierte en una molécula polar. Alrededor del oxígeno

se concentra una densidad de carga negativa, mientras que los núcleos de hidrógeno quedan parcialmente desprovistos de sus electrones y manifiestan, por tanto, una densidad de carga positiva.

Por ello se dan interacciones dipolo-dipolo entre las propias moléculas de agua, formándose enlaces por puentes de hidróge-

no. La carga parcial negativa del oxígeno de una molécula ejerce atracción electrostática sobre las cargas parciales positivas de los átomos de hidrógeno de otras moléculas adyacentes. (Puedes observar una animación en la que se forma un puente de hidrógeno entre dos moléculas de agua en <http://www.um.es/~molecula/pdeh.htm>).

Las moléculas de agua son dipolos. Entre ellas se establecen fuerzas de atracción que originan grupos de 3, 4 y hasta poco

más de 9 moléculas. Con ello se consiguen pesos moleculares elevados y el agua se comporta como un líquido. Estas agrupaciones duran fracciones de segundo, lo cual influye al agua todas sus propiedades de fluido, entre otras una elevada fuerza de cohesión que mantiene las moléculas tan unidas que el líquido es casi incompresible; por ello el agua funciona en algunos animales como un esqueleto hidrostático y lo mismo ocurre en muchas plantas.

- a) Identifica en el dibujo esquemático: los átomos de hidrógeno, los de oxígeno, el polo negativo de cada molécula de agua, el positivo y el puente de hidrógeno establecido entre las moléculas.



- b) Dibuja un polímero con nueve moléculas de agua.  
 c) Observa los esquemas de "El agua en todos sus estados" que te facilitamos. Hay algunos errores en la disposición de las moléculas de agua. Indica cuáles son.

**A.1. Comentario para el profesorado**

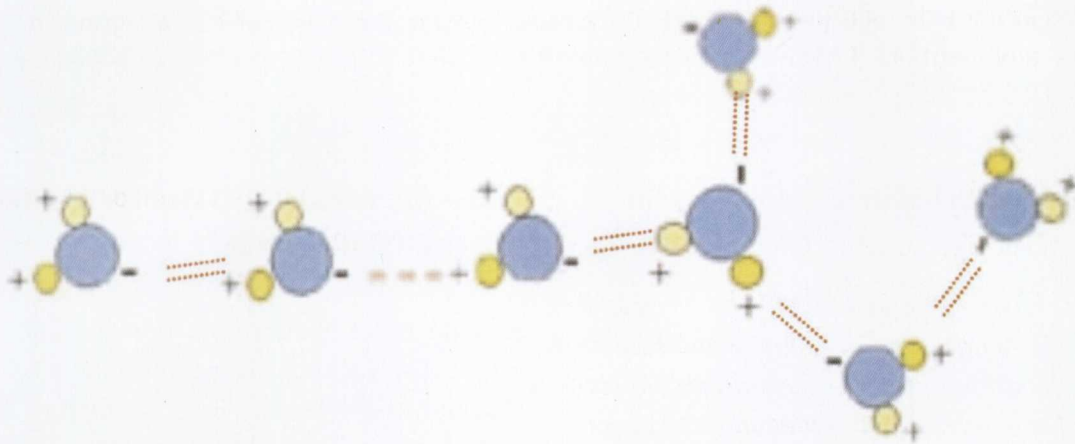
- a) La identificación es obvia, los círculos amarillos son átomos de hidrógeno (H), y los azules son de oxígeno (O); el polo

de los círculos amarillos es el positivo, y el del azul, el negativo; el puente de hidrógeno está representado por el conjunto de trazos discontinuos paralelos de color rojo.



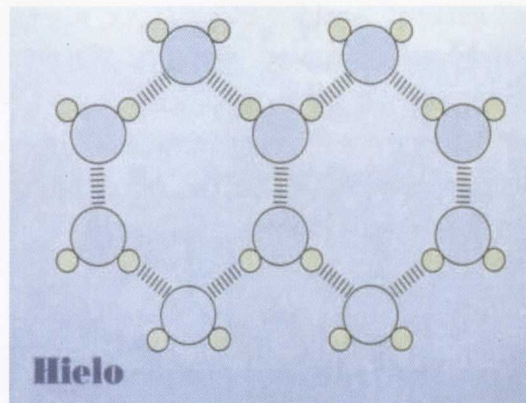
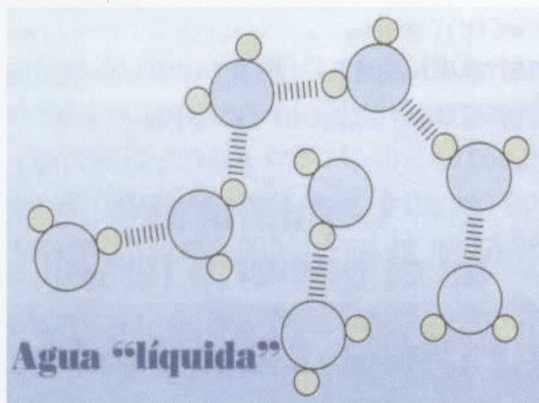
b) Si ha comprendido bien la estructura, el alumno no tendrá dificultades para rea-

lizar el dibujo; se adjunta a continuación una posible respuesta.



c) Se encuentran uniones entre los polos negativos de dos moléculas (señalados con un círculo rojo); esto lo podemos observar en el puente de hidrógeno formado entre las dos moléculas de

la derecha, en el esquema que corresponde a agua líquida, y también en las uniones de las moléculas centrales de la estructura que corresponde al hielo.



## A.2. ¿QUÉ PASARÍA SI EL HIELO PESARA MÁS QUE EL AGUA LÍQUIDA?

A la razón entre la masa y el volumen de una determinada sustancia se la denomina **densidad**. También se la puede definir como la cantidad de masa en gramos que ocupa el volumen de un  $\text{cm}^3$ . Una sustancia con mucha masa y poco volumen será muy densa. Los materiales que componen la Tierra se disponen de forma que los más ligeros se encuentran en el exterior y los de mayor densidad se acercan al núcleo

terrestre. Ello es debido a la fuerza de atracción gravitatoria.

El agua presenta su mayor densidad a la temperatura de  $4^\circ \text{C}$ , por tanto, a temperaturas inferiores o superiores a ésta el agua se volverá más ligera y se desplazará a las zonas más externas de mares, lagos, ríos, etc. Por el contrario, cuando alcance los  $4^\circ \text{C}$ , se hundirá. El motivo de esta modificación en la densidad del agua según la temperatura está en la disposición de sus moléculas. La estructura del agua en estado sólido provoca, con respecto al agua líquida,

una separación de las moléculas constituyentes, por lo que se reduce su densidad, ya

que disminuye la cantidad de masa que contiene un determinado volumen.

¿Qué pasaría en un lago que se encontrase en un lugar muy frío, por debajo de 0° C, si la mayor densidad la tuviese el agua a 0° C en lugar de tenerla a 4° C? ¿Qué relación podría tener este hecho con la supervivencia de las especies?

### A.2. Comentario para el profesorado

*Si la mayor densidad la tuviese el agua a 0°C, se congelarían las aguas superficiales y se hundirían; a continuación se congelarían las que hubiesen quedado en la superficie y se hundirían de nuevo, y así se repetiría el proceso hasta que quedase completamente congelado todo el lago. Este hecho impediría la vida en el seno del agua de lagos, ríos, etc. Pero gracias a que la mayor densidad la tiene el agua a 4° C, incluso en los polos puede seguir existiendo vida, ya que se congela la parte superficial de las aguas y, al ser el hielo menos denso y por tanto más ligero que el agua líquida, queda en la superficie como aislante térmico y permite que el resto permanezca en estado líquido para posibilitar el desarrollo de la vida en su seno.*

### A.3. EL MEJOR DISOLVENTE CONOCIDO

El agua es el líquido que más sustancias puede disolver; por ello se afirma que es el disolvente universal. Esta propiedad se debe a su capacidad para formar puentes de hidrógeno con otras sustancias, ya que éstas se disuelven cuando interactúan con las moléculas polares del agua.

La capacidad disolvente es la responsable de dos funciones importantes para los seres vivos:

- Es el medio en el que se realiza la mayoría de las reacciones del metabolismo.
- El aporte de nutrientes y la eliminación de desechos se realizan a través de sistemas de transporte acuosos.

¿Por qué las aguas medicinales difieren en su composición mineralógica? ¿La composición mineralógica del agua de los ríos de España es la misma? ¿A qué puede deberse?

### A.3. Comentario para el profesorado

*La composición mineralógica depende de las sales que tenga disueltas el agua, que a su vez depende del tipo de terrenos por los que pasa el agua de lluvia, infiltrada o no, hasta llegar al manantial. La respuesta es la misma para la composición del agua de los ríos, pues hay que pensar que el agua generalmente procede de las precipitaciones y, en algunas épocas del año, de la fusión de los hielos de las altas cumbres.*

### A.4. EL CALOR ESPECÍFICO DEL AGUA Y CALOR DE VAPORIZACIÓN

El calor específico del agua es de 1 cal/g, lo que significa que 1 g de agua consume una caloría para elevar su temperatura 1° C. Esto hace que para elevar la temperatura de una gran masa de agua se requiera mucha energía, pero, una vez elevada, tarda más en enfriarse; por ello podemos afirmar que el agua actúa como **regulador térmico**.



El calor de vaporización del agua es de 540 cal/g, lo que significa que 1 g de agua con-

sume 540 calorías para pasar del estado líquido al gaseoso.

- a) ¿Por qué el agua tiene un elevado calor específico y un elevado calor de vaporización?  
b) ¿Qué beneficio coportan para la vida estas características del agua?

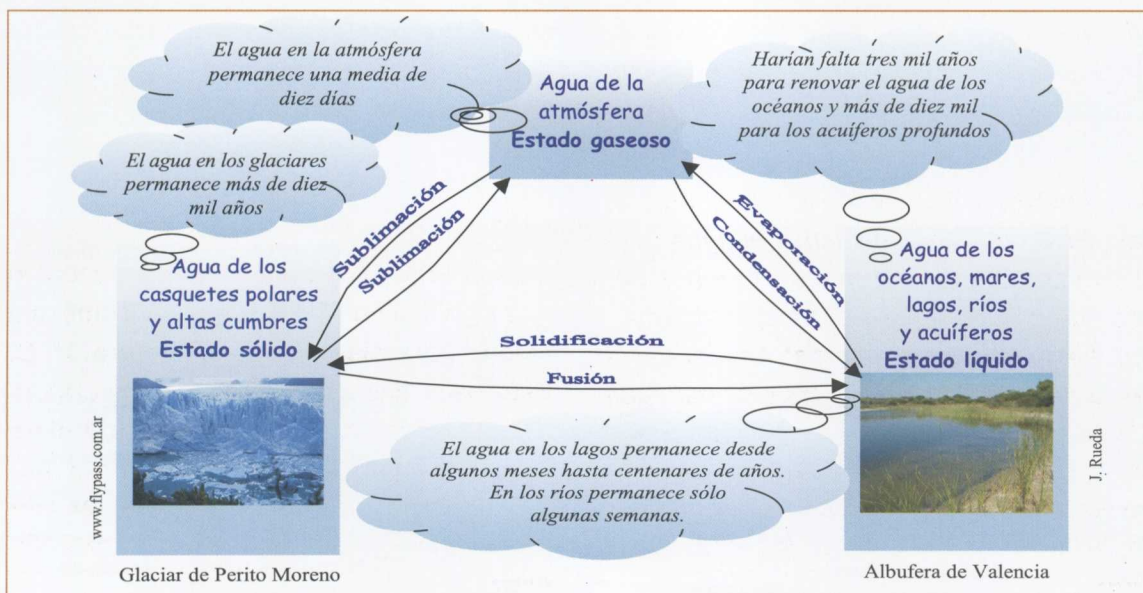
#### A.4. Comentario para el profesorado

a) *El elevado calor específico y el elevado calor de vaporización del agua se deben a la capacidad de formar los enlaces de puente de hidrógeno entre sus moléculas. Dichos enlaces estabilizan y aumentan la fuerza de cohesión manteniendo muy unidas las moléculas, lo que hace necesaria mucha energía para poder romperlos, ya que para elevar la temperatura del agua se tienen que romper enlaces y liberar moléculas de agua; en el agua en estado gaseoso las moléculas se encuentran separadas unas de otras. El calor de vaporización es una medida directa de la cantidad de energía necesaria para superar las fuerzas de atracción entre las moléculas adyacentes en un líquido, de modo que las moléculas individuales*

*puedan separarse unas de otras y pasar al estado gaseoso.*

b) *Gran parte de la radiación solar se utiliza en la evaporación del agua, produciendo efectos beneficiosos sobre los climas y éstos, a su vez, sobre las comunidades. El agua es el componente inorgánico más abundante de los seres vivos y, debido a su elevado calor específico, constituye una reserva térmica corporal y asegura la protección frente a grandes variaciones térmicas. Cuando la temperatura del medio externo al ser humano es elevada, se produce una intensa sudoración que permite que el organismo se refresque, pues para evaporar el agua que forma parte del sudor se emplea una gran cantidad de energía, provocando de este modo la regulación térmica.*

#### A.5. CAMBIOS DE ESTADO DEL AGUA



Como ya sabes, el agua puede cambiar de estado si variamos la temperatura y/o la presión a las que se encuentra. Cada uno

de estos procesos recibe un nombre concreto; podemos observarlos en el esquema precedente.

a) Cuando se produce la evaporación en ríos, lagos, etc., ¿crees que el agua debe alcanzar los 100° C para conseguirlo? Busca en un diccionario evaporación y ebullición. ¿Qué diferencia estos conceptos? Investiga cuál es la temperatura a la que tiene lugar cada uno de estos procesos.

b) Completa la tabla adjunta, que hace referencia al cambio de estado sufrido por el agua y a su estado final para cada una de las situaciones:

Cambio de lugar del agua	Proceso sufrido	Estado final
Agua del río → atmósfera		
Atmósfera → nube		
Nube (agua líquida) → (nieve) glaciar		
Glaciar → atmósfera		
Glaciar → río		
Árbol → atmósfera		

### A.5. Comentario para el profesorado

La evaporación se produce a cualquier temperatura, a diferencia de la ebullición, en la que la temperatura del agua debe ser de 100° C. Tanto la evaporación como la ebullición son procesos en los que el agua cambia de estado pasando de líquido a gas, pero, además de en la temperatura a la que ocurren, se diferencian en que en la evapo-

ración las moléculas que cambian de estado se encuentran en la superficie del suelo, lagos, ríos, mares, etc., y en la ebullición cualquier molécula del seno del líquido, esté donde esté, puede cambiar de estado. La ventaja que reporta para la vida es inmensa. ¿Sería posible tener unos mares y océanos en permanente ebullición? ¿Sería posible que los seres vivos pudiesen vivir en medios con temperaturas de 100° C?

Cambio de lugar del agua	Proceso sufrido	Estado final
Agua del río → atmósfera	Evaporación	Gaseoso
Atmósfera → nube	Condensación	Líquido
Nube (agua líquida) → (nieve) glaciar	Solidificación	Sólido
Glaciar → atmósfera	Sublimación	Gaseoso
Glaciar → río	Fusión	Líquido
Árbol → atmósfera	Transpiración	Gaseoso

# Actividades de procedimiento

## Importancia del agua para la vida

### A.P.1. VARIACIÓN DE LA DENSIDAD DEL AGUA CON RESPECTO A SU CONCENTRACIÓN DE SALES

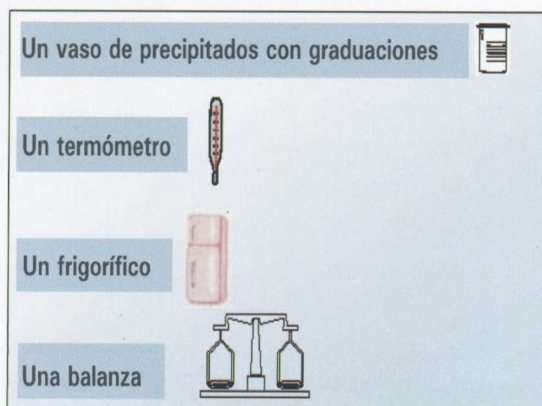
La densidad del agua a presión normal y a 4° C de temperatura es 1g/cm<sup>3</sup>, es decir, la masa de 1 g ocupa el volumen de 1 cm<sup>3</sup>.

Te proponemos que calcules la densidad de dos tipos de agua que se encuentran a presión normal y a temperatura ambiente:

- Agua del grifo.
- Agua destilada.

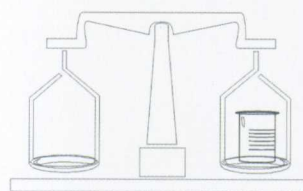
Como la densidad del agua varía con la temperatura y esta última varía, entre otras causas, con la latitud, la altitud y la época del año en la que realices la práctica, es interesante que antes de hacerla midas la temperatura de la muestra de agua que vas a utilizar.

#### Materiales e instrumentos de medida:



#### Desarrollo de la práctica:

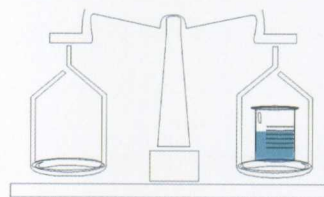
- 1° Con la ayuda de la balanza, determinarás la masa del vaso de precipitado vacío. Masa vaso =  $M_v$ .



- 2° Verterás 100 cm<sup>3</sup> de agua en el vaso de precipitado y medirás la temperatura mediante un termómetro.



- 3° Determinarás la masa del vaso de precipitado con un volumen de 100 cm<sup>3</sup> de agua. Masa del vaso con agua =  $M_{va}$ .



- 4° Obtendrás la masa del agua ( $M_a$ ) empleada al restar los dos valores obtenidos anteriormente:

$$M_{va} - M_v = M_a$$

- 5° Para determinar la densidad del agua basta con que dividas la  $M_a$  obtenida entre los 100 cm<sup>3</sup> que has utilizado de la misma:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa agua}}{\text{Volumen}}$$

La densidad obtenida dependerá de la cantidad de sales que lleve disueltas el agua investigada.

¿Cómo influyen las sales disueltas?

¿Elevan o disminuyen la densidad del agua?

$$D_{\text{agua destilada}} = \frac{100}{100} = 1 \text{ g/cm}^3$$

Puedes ayudarte de una tabla semejante a la que te proponemos a continuación para ordenar los resultados obtenidos en tu práctica.

Tipo de agua	Mv	Mva	Ma	Temperatura	Densidad
Agua destilada					
Agua del grifo					

### A.P.1. Comentario

Si el agua del grifo carece de un alto contenido en sales, se puede sustituir por otra que tenga un elevado contenido en sales para que los resultados de la práctica queden más contrastados, ya que, como sabemos, la densidad del agua aumenta cuando lo hace la concentración de sales disueltas que posee, pues incrementan la masa (Ma) obtenida en la balanza. Con esta práctica se pretende: que el alumnado manipule instrumentos y desarrolle capacidades y destrezas acordes con ello, que aprenda a obtener resultados y a interpretarlos y, también, que entienda el concepto de densidad.

### A.P.2. VARIACIÓN DE LA DENSIDAD DEL AGUA CON RESPECTO A LA TEMPERATURA

El agua es casi única desde el punto de vista de la variación de su densidad con respecto a la temperatura. Muy pocos líqui-

dos presentan un comportamiento parecido.

**Para comprobar este fenómeno, deberás:**

- Calcular la densidad de agua (en estado líquido o sólido) que se encuentre a 0° C con el procedimiento explicado en la actividad anterior.
- Encontrar objetos que tengan una densidad superior a la del hielo (puedes calcular su densidad).

**Para realizar la experiencia:**

- En un recipiente que contenga agua líquida a la temperatura de 0° C, sumerge uno de los objetos encontrados de densidad superior a la del agua a 0° C. *El objeto se hundirá y se quedará en el fondo del recipiente.*
- Ahora, calienta hasta que el agua alcance los 4° C. *El objeto ascenderá a la superficie.*
- Sigue calentando; cuando la temperatura supere los 4° C, observarás cómo *el objeto desciende de nuevo hasta el fondo del recipiente.*

¿A qué temperatura tiene el agua su mayor densidad?

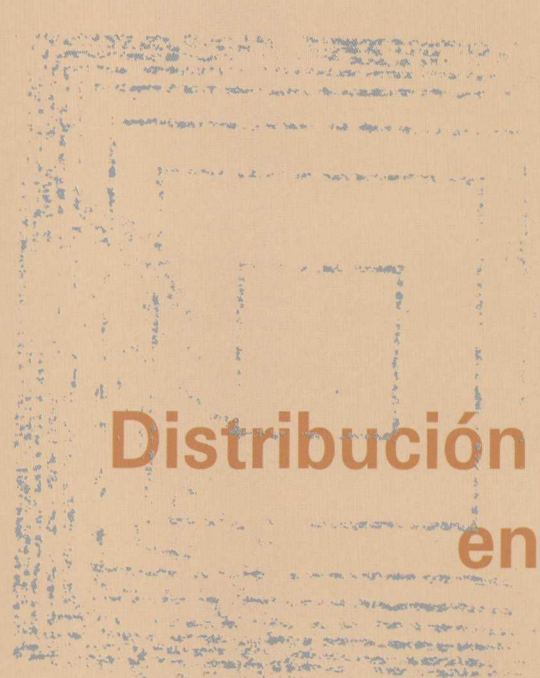
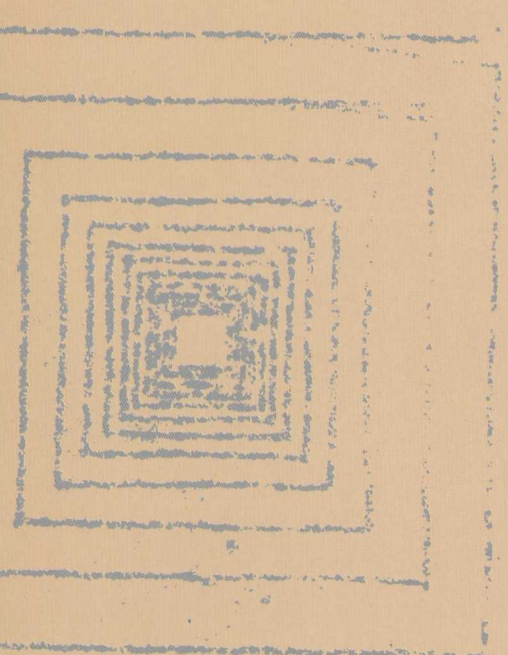
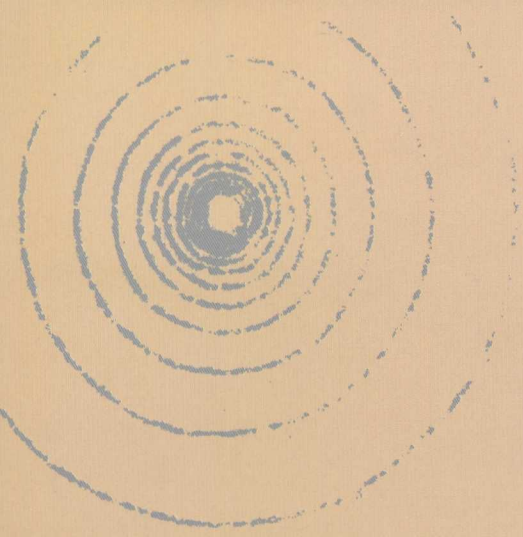
Si se mezclan dos líquidos de diferente densidad, por ejemplo, aceite y agua, ¿qué ocurrirá al cabo de un rato de haber dejado la mezcla en reposo? ¿Dónde quedará el más denso?

### A.P.2. Comentario

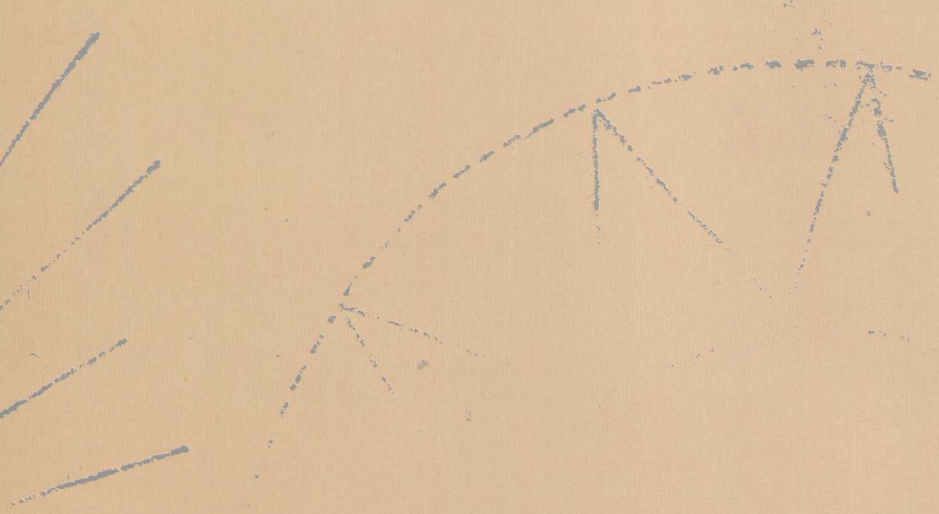
*La temperatura a la que el agua presenta su mayor densidad es de 4° C, por ello el objeto en agua a temperaturas por debajo o por encima de 4° C se sumerge y sólo*

*queda en la superficie cuando aquélla se encuentra a 4° C. Con esta actividad pretendemos que el alumnado constate, gracias a su investigación, este hecho que va a hacer del agua una sustancia tan especial que siempre abre camino a la vida.*





**Distribución del agua  
en la Tierra**



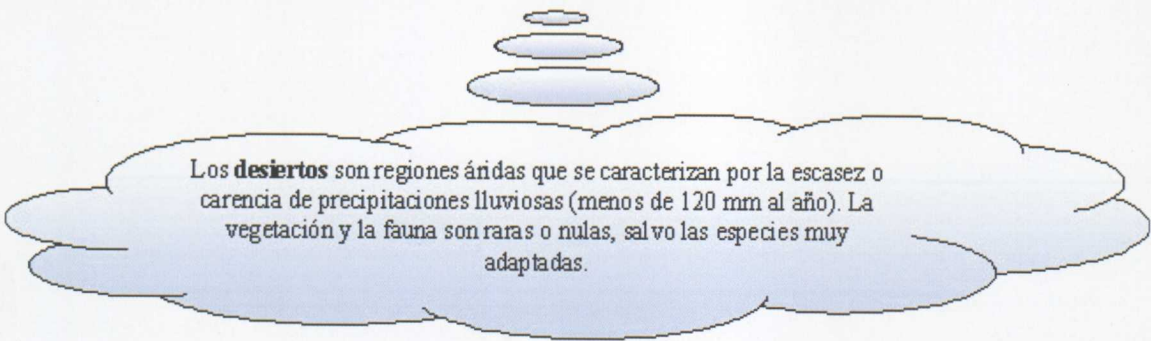




# Distribución del agua en la Tierra

**E**n la superficie terrestre del planeta Tierra abunda el agua, pero sólo una mínima parte es apta para el uso y consumo de los seres vivos terrestres. El agua dulce, además de ser escasa, se encuentra desigualmente

repartida, por lo que hay lugares de la superficie terrestre que disponen de ella sin problemas y otros, como las **zonas desérticas**, que padecen carestía de agua y que, por desgracia, cada vez están más extendidas.



Los **desiertos** son regiones áridas que se caracterizan por la escasez o carencia de precipitaciones lluviosas (menos de 120 mm al año). La vegetación y la fauna son raras o nulas, salvo las especies muy adaptadas.

## A.6. EL PLANETA AGUA

El primer hombre que realizó un vuelo espacial fue Yuri Gagarin, el 12 de abril de 1961. Cuando vio por primera vez nuestro planeta desde el espacio, se preguntó por qué no se llamaba Agua en lugar de Tierra,

ya que era azul. ¡¡El único planeta azul que Gagarin podía ver!!

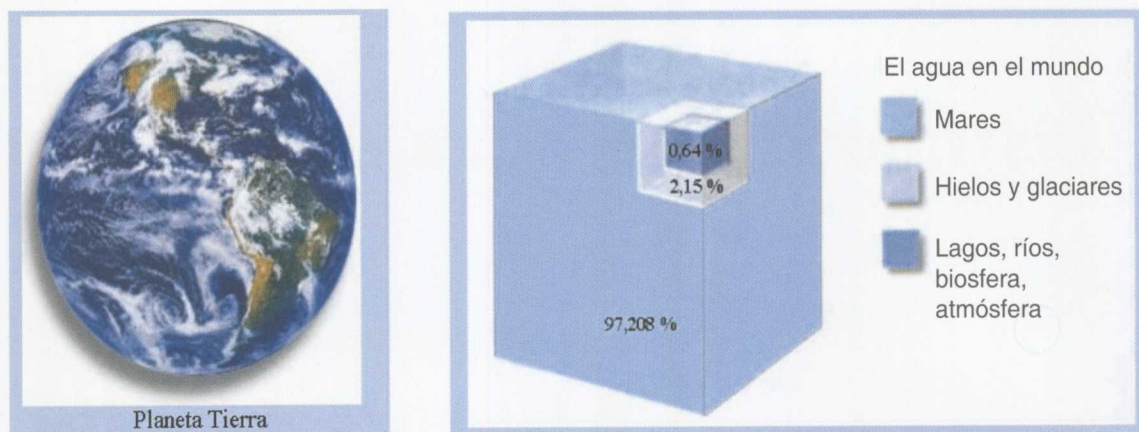
Sin embargo, aunque más de las tres cuartas partes de la superficie terrestre están cubiertas de agua, sólo es dulce una cantidad inferior al 3%, y de ésta, más de sus tres cuartas partes se encuentran heladas en los polos y glaciares. De la restante, el 99% se localiza bajo tierra (aguas subterráneas) y sólo un 1% en la superficie (escorrentía superficial).

Por tanto, sólo una centésima parte del total del agua del planeta está disponible para la vida terrestre. **El agua dulce de la escorrentía superficial (torrentes, ríos, lagos...)** y **las aguas subterráneas** son las únicas que puede utilizar el ser humano para satisfacer sus necesidades fisiológicas.

Autor: J. Rueda



Yuri Gagarin



Has leído en los contenidos precedentes que sólo "una centésima parte del total del agua del planeta está fácilmente disponible para la vida terrestre".

- ¿Qué piensas que quiere decir esta frase?
- ¿Crees que hay suficiente agua para todos los seres vivos que habitamos el planeta Tierra?

### A.6. Comentario

Al ver la Tierra tan azul vista desde el espacio podría pensarse que disponemos de gran cantidad de agua para el consumo de los seres vivos que viven en un medio aéreo. Hay que dejar claro que esto no es así, además de hacer hincapié en que a lo largo de la historia hemos dispuesto siempre de la misma agua: es la que bebieron los dinosaurios hace 65 millones de años, y la que consumieron nuestros antepasados. Ahora somos muchas más personas que en otras épocas, y tenemos costumbres que dañan el entorno y también el agua. Una posible respuesta a los apartados propuestos podría ser:

- Esta frase significa que si dividimos en 100 partes el total del agua del planeta (hidrosfera), sólo podrá ser utilizada por los seres vivos una de esas partes. Es decir, que para los seres vivos que habitan la parte emergida de la Tierra sólo está disponible una mínima parte.
- El problema es que está mal repartida, hay países en los que no hay agua sufi-

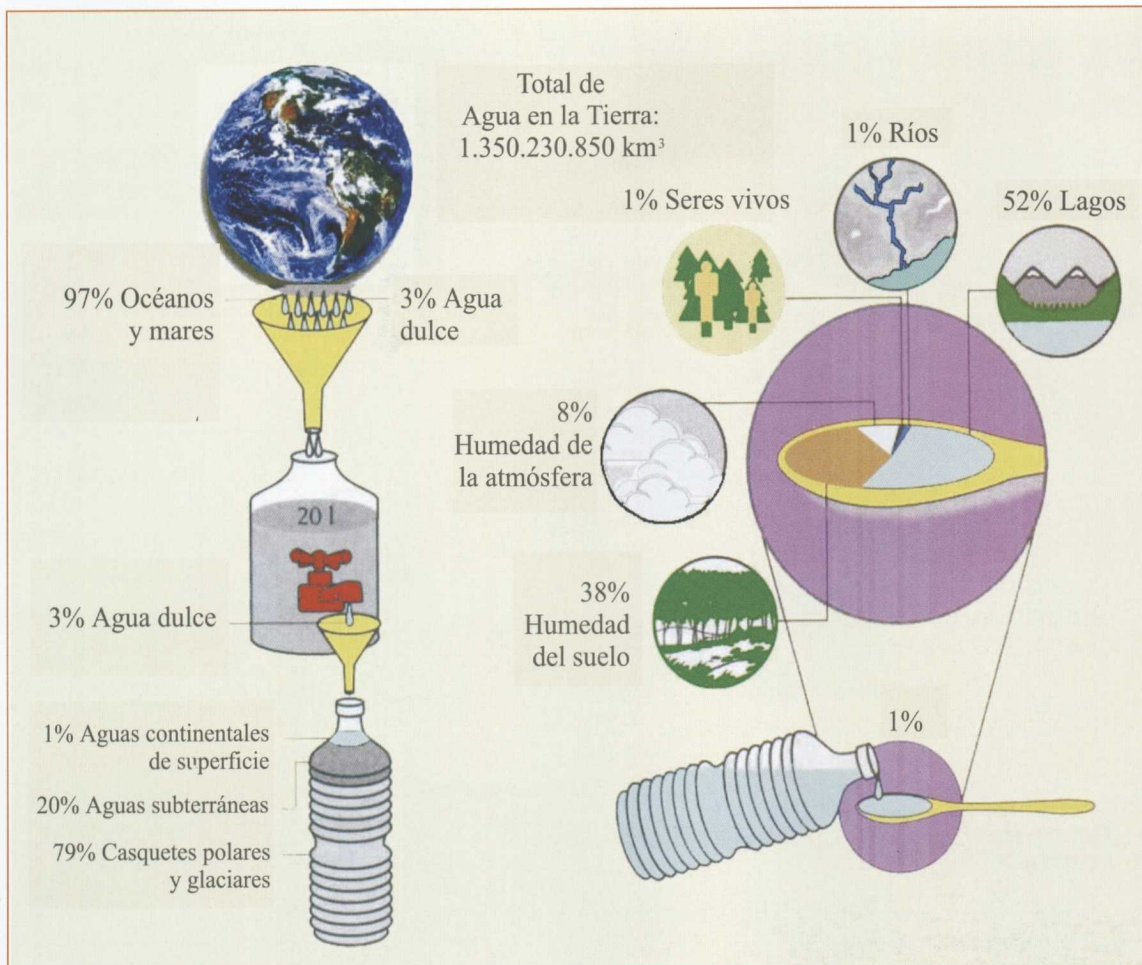
*ciente o la que hay es de mala calidad. En aquellos lugares de la Tierra en los que aún se dispone de agua, muchas veces está tan contaminada que no puede ser utilizada para el consumo humano, y los seres que vivían en ella se han ido extinguiendo, lo que añade un nuevo problema: la pérdida de diversidad, porque cada vez hay menos clases de seres vivos en nuestro planeta.*

*En aquellos grupos de alumnos de niveles más bajos, por ejemplo, 1º de ESO, se podría sustituir la A.7 por la que proponemos a continuación, y también podría servir como actividad de refuerzo, por lo que la denominamos así.*

### R.A.6. Distribución del agua en la Tierra

#### ACTIVIDAD DE REFUERZO

Después de observar detenidamente el esquema que representa la distribución del agua en la Tierra, que te adjuntamos a continuación, explica su significado por escrito.



Fuente: Adaptado por los autores de *Hàbitat: guia d'activitats per a l'educació ambiental*.

### R.A.6. Comentario

Consideramos los 1.350.230.850 km<sup>3</sup> como el 100% del agua que constituye la hidrosfera. Del 100%, y aproximando a las unidades, se puede afirmar que el 97% es agua salada y sólo un 3% es agua dulce. Si hacemos una equivalencia entre los 1.350.230.850 km<sup>3</sup> totales y un depósito de 20 litros, una gota de ese depósito representaría el 3% que corresponde a la agua dulce. La nueva equivalencia considera la gota representada por una botella de litro que contendría todos los tipos de agua dulce. Del 100% del agua dulce diferenciamos: un 79% que constituye los casquetes polares y glaciares, un 20% que serán aguas subterráneas y nos quedan las aguas continentales de superficie con sólo un 1%.

Nos quedamos ahora sólo con las aguas continentales superficiales, representadas por el agua contenida en la cuchara de la parte izquierda del esquema. El contenido de la cuchara representa el 100% de las aguas continentales de superficie y podemos ver cómo se reparte entre los diferentes reservorios.

### A.7. COMPARAR LOS DIFERENTES RESERVORIOS DE AGUA

Después de estudiar el agua en los seres vivos, vamos a recordar cómo se encuentra en la naturaleza. El tiempo de permanencia del agua en uno u otro sistema difiere. La media es de diez días para la atmósfera, algunas semanas en los cursos

de agua, desde algunos meses hasta centenares de años en los lagos, y varios siglos en los acuíferos. Harían falta tres mil

años para renovar el agua de los océanos y más de diez mil para los acuíferos profundos y los glaciares.

	Reservorios	Volumen km <sup>3</sup>	% del total
	Océanos	1.313.600.000	97,2
	Casquetes polares y glaciares	29.000.000	2,15
	Atmósfera	15.000	0,001
	Organismos vivos	600	0,0000004
<b>AGUAS SUPERFICIALES CONTINENTALES</b>	Lagos de agua dulce	125.000	0,009
	Lagos salados y mares interiores	104.000	0,008
	Ríos y torrentes	1.250	0,0001
<b>AGUAS SUBTERRÁNEAS CONTINENTALES</b>	Humedad del suelo	65.000	0,005
	Agua a 0,5 km de profundidad	3.660.000	0,31
	Aguas profundas (+ de 0,5 km)	3.660.000	0,31
	<b>TOTAL</b>	<b>1.350.230.850</b>	<b>99,9931</b>

Sabemos que las tres cuartas partes de la superficie terrestre están cubiertas por agua. Observa la tabla adjunta, en la que se muestran los grandes reservorios de agua existentes sobre la Tierra, nómbralos y di en qué se diferencian unos de otros.

RESERVORIO	Se caracteriza por...	Su estado es...
Océanos, lagos salados y mares interiores		
Lagos de agua dulce, ríos y torrentes		
Casquetes polares y glaciares		
Acuíferos: aguas subterráneas a diversa profundidad		
Atmósfera		

### A.7. Comentario

La intención de esta actividad es que sirva para aclarar las ideas y refuerce la de que sólo disponemos de una cantidad mínima de agua para el uso de los seres vivos que

vivimos en las tierras emergidas, puesto que, aunque hay más agua dulce, o está congelada o enterrada en el subsuelo a gran profundidad, por lo que es de difícil acceso. A continuación se facilita una posible respuesta para esta actividad:

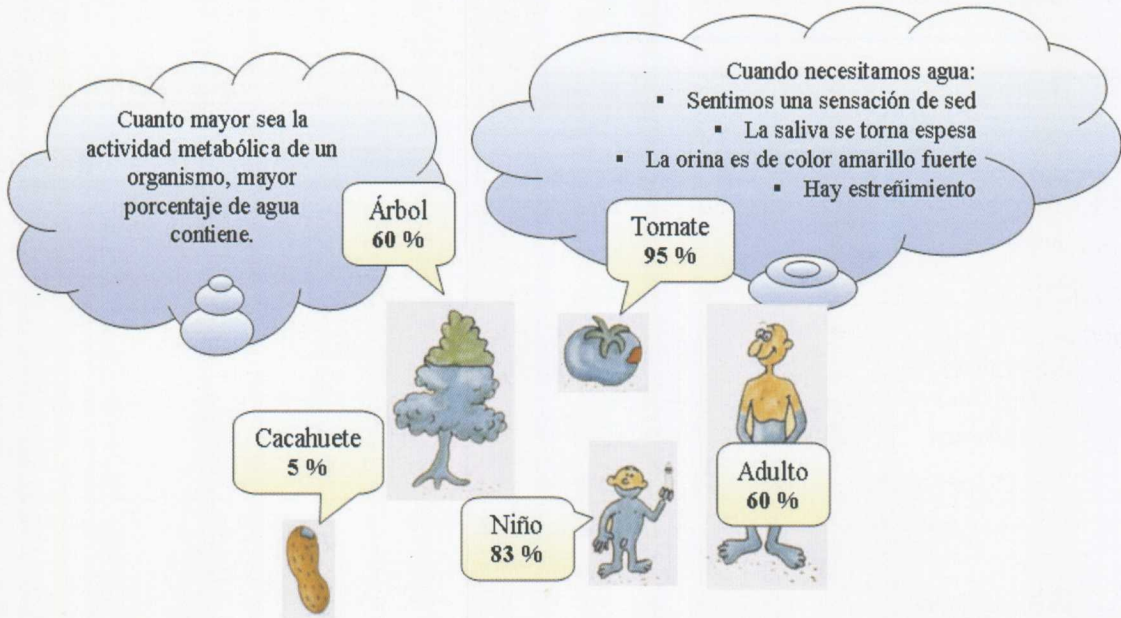
RESERVORIO	Se caracteriza por...	Su estado es...
Océanos, lagos salados y mares interiores	Se diferencian de todos los demás por su elevada concentración salina, ya que son de agua salada. Se diferencian del hielo y de la nieve por su estado. Se diferencian del reservorio de la atmósfera por su estado. Representa un 97,208% del total. Es el más abundante y en él viven los seres adaptados al agua salada.	Líquido
Lagos de agua dulce, ríos y torrentes	Se diferencian de los mares y océanos por su baja concentración salina, ya que son de agua dulce. Se diferencian del hielo, de la nieve y del agua de la atmósfera por su estado. Representa sólo el 0,0091% del total del agua terrestre, y es la única fácilmente accesible que puede ser utilizada por los seres vivos continentales.	Líquido
Casquetes polares y glaciares	Se diferencian de los mares y océanos por su estado y por ser agua dulce. Se diferencian del agua de los lagos, ríos, acuíferos y de la atmósfera por su estado, debido a que en algún momento el agua se ha encontrado a temperaturas bajo cero. Representa un 2,15% del total y, a pesar de ser agua dulce, no está disponible para el ser vivo continental, a diferencia del agua de lagos, ríos y acuíferos.	Sólido
Acuíferos: aguas subterráneas a diversa profundidad	Se diferencian de los demás reservorios porque en muchos casos ha estado inmóvil bajo el subsuelo durante miles de años, llamándosele por ello agua fósil. Se diferencian de los mares y océanos por ser de agua dulce; si hay intrusión marina, serían de agua salobre. Se diferencian del hielo, de la nieve y del agua de la atmósfera por su estado. Representa un 0,62% del total y, a pesar de ser agua dulce, no es fácilmente accesible para ser utilizada por los seres vivos continentales, a diferencia del agua de ríos y lagos.	Líquido
Atmósfera	Se diferencian de los mares y océanos por su estado y por que no es salada. Se diferencian del hielo, nieve, acuíferos, lagos y ríos, por su estado. Representa un 0,001% del total y no es accesible para el ser vivo.	Gaseoso

### A.8. LOS SERES VIVOS SON CASI AGUA

Todos los seres vivos, por muy seco que sea su aspecto, están constituidos por agua, en mayor o en menor porcentaje, y todos la necesitan para realizar sus funciones básicas de nutrición, relación y reproducción.

Los líquidos biológicos como la sangre, la orina y la savia de las plantas están esencialmente constituidos por agua. Los órganos vitales como el corazón, los músculos y el cerebro la consumen para poder fun-

cionar correctamente. Cuanto mayor es la actividad fisiológica de un órgano, mayor porcentaje de agua contiene. **La cantidad de agua presente en un cuerpo vivo debe ser constante.**



Observa los dibujos adjuntos que reflejan el porcentaje de agua que contienen diversos seres vivos y responde a los apartados a) y b).

a) Tras comparar los porcentajes de agua presentes en el hombre y en el niño, ¿a qué crees que puede deberse el mayor porcentaje existente en el niño?	
b) ¿Cómo podrías explicar el diferente porcentaje de agua existente en el tomate, el árbol y el cacahuete? ¿Por qué el cacahuete tiene tan poca agua?	

**A.8. Comentario**

Se pretende que el alumnado llegue a la conclusión de que, cuanto más joven es una persona, mayor porcentaje de agua tiene en sus tejidos. Necesita una proporción mayor de agua, ya que posee una mayor actividad metabólica para crecer y

desarrollarse; un adulto sólo necesita reponer el material gastado y cuanto mayor es su edad a menor velocidad se realiza la renovación de tejidos.

En el caso de los vegetales, podemos comparar los tipos de frutos aportados. El tomate es un fruto carnoso, por lo que contiene un alto porcentaje de agua; sus semillas

*están en el interior. El cacahuete es un fruto seco; él es la propia semilla y está envuelto en una cubierta que impide que pierda agua, pues tiene poca. Los frutos secos están capacitados para permanecer en lugares de escasa agua, pero, cuando encuentran la necesaria, germinan y originan una nueva planta. Las semillas son las partes de las plantas más adaptadas a vivir casi en ausencia de agua. En el árbol el porcentaje de agua que se nos suministra es la media del contenido de sus diversos órganos. Podemos diferenciar distintos contenidos de agua; por ejemplo, la corteza tiene muy poca y, en cambio, las hojas son ricas en ella.*

## **A.9. ¿POR QUÉ ES NECESARIA EL AGUA PARA LAS PERSONAS?**

Las personas somos seres vivos; por ello el agua será para nosotros tan vital como lo es para los animales y vegetales.

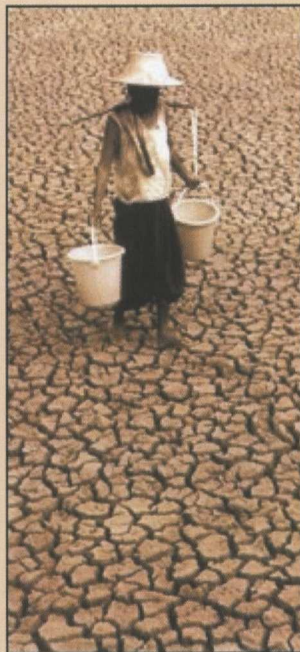
En el siguiente texto de la revista *Guía de la Salud* puedes encontrar diversos motivos por los que el agua puede considerarse, después del aire, la sustancia imprescindible para que se pueda tener y mantener la vida.

### **La importancia del AGUA en el organismo**

Después del aire el agua es el elemento más necesario para sobrevivir; sin agua, moriríamos envenenados en nuestros propios desechos que los riñones eliminan disueltos en agua. Si no hay suficiente agua, los desechos no se eliminan por completo y el organismo se intoxica.

El agua es un medio vital para las reacciones químicas de la digestión, transporte de nutrientes y oxígeno a las células, ayuda a enfriar el cuerpo mediante la transpiración, lubrica las articulaciones, humidifica los pulmones (se puede llegar a perder medio litro de agua al día tan sólo con el hecho de exhalar).

Si no se bebe suficiente agua se pueden deteriorar varios aspectos fisiológicos del organismo. El doctor Howard Flaks, especialista en obesidad, afirma: "Por no beber suficiente agua, mucha gente padece exceso de grasa en el cuerpo, tono y talla muscular bajos, disminución en la eficacia digestiva y en el funcionamiento orgánico, aumento en la toxicidad del cuerpo, dolor en los músculos y articulaciones y retención hídrica". Porque, si no se bebe en cantidad suficiente, el cuerpo puede retener agua para compensar esa deficiencia y, aunque parezca paradójico, a veces la retención de fluidos se contrarresta bebiendo más agua.



El consumo de una cantidad conveniente de agua es el punto clave para la pérdida de peso. El consumo mínimo de líquidos debe ser de diez vasos de un cuarto de litro al día (2 vasos al levantarse, 2 antes del almuerzo, 2 antes de la comida, 2 antes de la merienda y 2 antes de la cena).

Se necesita incrementar el consumo si se hace deporte, en pleno verano o en países de clima caluroso. Las personas con problema de peso deberían beber además un vaso más de agua por cada diez kilos que excedan de su peso ideal. Para las personas que

no están acostumbradas a beber dicha cantidad durante algunas semanas hasta que el organismo se acostumbre y se regularice, tendrán que ir con un poco más de frecuencia al baño, después, la vejiga tiende a ajustarse y se orina mayor cantidad, pero disminuye la frecuencia de veces.

Tomar por costumbre beber de 10 a 12 vasos de agua al día, independientemente del agua que contengan los alimentos que cocinamos y comemos, o refrescos, zumos e infusiones que bebamos, podríamos decir que gracias a tan simple esfuerzo se están sentando las bases de un cuerpo más sano y esbelto.

Elabora un listado con las razones de por qué el agua es imprescindible para la vida de las personas. Discútelas con las personas de tu grupo.

### A.9. Comentario

Se pretende que el alumnado refuerce las ideas que haya adquirido en las actividades precedentes, e incluso genere otras nuevas que le demuestren la gran importancia del agua para los seres vivos. Nadie puede quedarse sin beber más de 2 a 5 días. La deshidratación constituye un gran riesgo para todo el mundo, pero sobre todo para los bebés (el agua representa en promedio

el 75% del cuerpo del bebé), las personas de edad avanzada y los deportistas. **Una pérdida del 10 al 15% de agua del cuerpo puede ser mortal.** Asimismo, hay que temer otras repercusiones de la deshidratación sobre el organismo que pueden tener graves consecuencias: dolores de cabeza, pérdida de conocimiento, alteración de los reflejos al conducir... Una posible respuesta podría ser que se necesita el agua para:

1.	Eliminar los desechos que producimos en el catabolismo celular, favoreciendo su excreción.
2.	Regular el exceso de grasas.
3.	Favorecer el tránsito intestinal, evitar el estreñimiento.
4.	Facilitar el transporte de los nutrientes y el oxígeno hasta las células.
5.	Ayudar a la circulación de los componentes sólidos de la sangre, como glóbulos rojos, etc.
6.	Prevenir enfermedades por su uso en nuestra higiene.
7.	Humidificar los pulmones y lubricar las articulaciones.
8.	Favorecer la transpiración que permite la regulación de la temperatura corporal y la eliminación de toxinas; por eso, cuando hacemos ejercicio físico o hace más calor, debemos consumir mayor cantidad de agua.
9.	Mejorar el tono muscular.
10.	Evitar la retención de líquidos; cuanta más agua se bebe, menor cantidad retiene el cuerpo.
11.	Evitar la deshidratación.

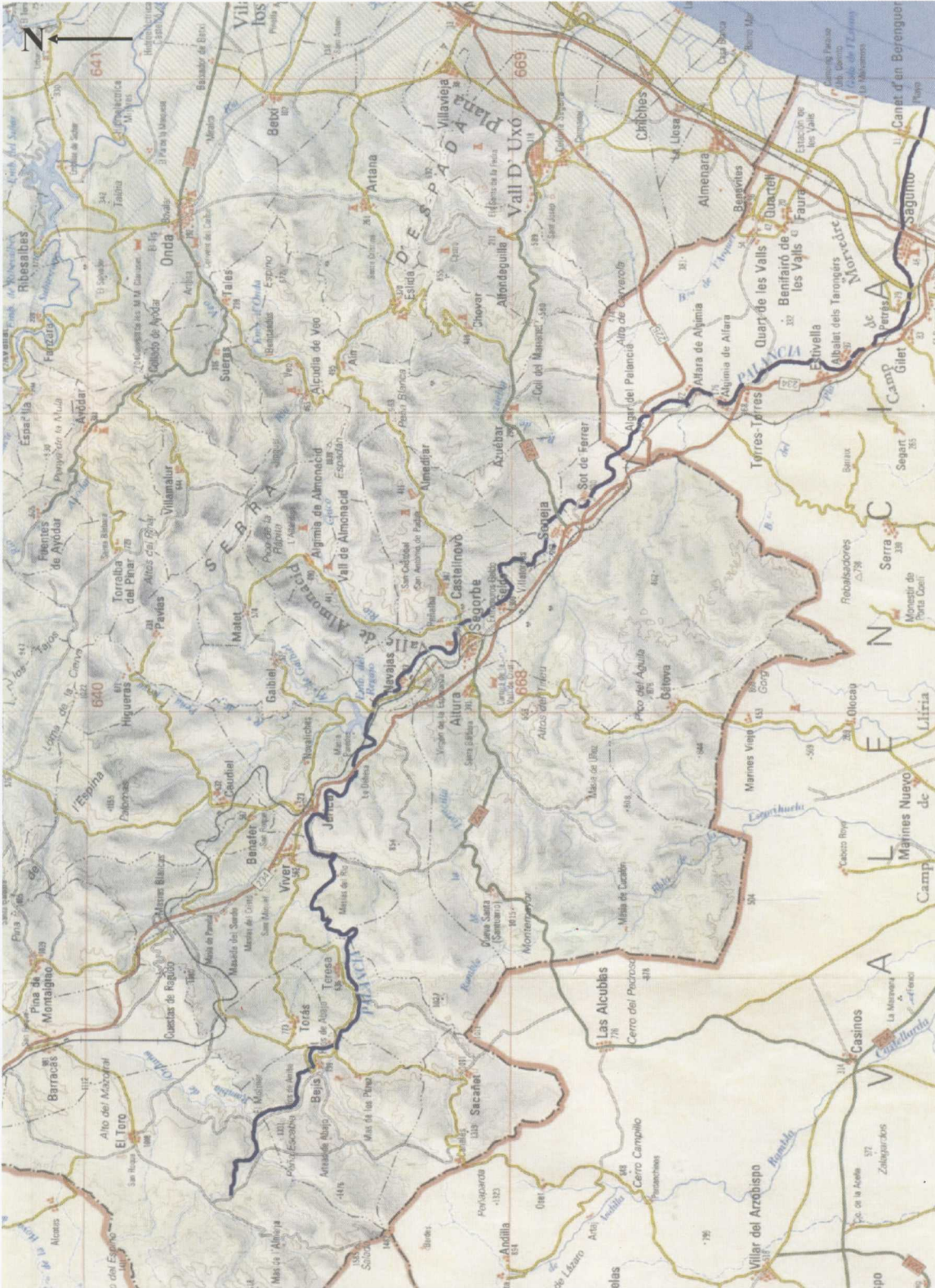
### A.10. DEPENDENCIA HUMANA DEL AGUA A LO LARGO DE LA HISTORIA

El género humano tiene dependencia del agua y la manifiesta viviendo en las proximidades de ríos o lagos. El hombre prehis-

tórico del Paleolítico, nómada, además de la comida, también buscaba lugares donde hubiera agua. Cuando evolucionó y se hizo sedentario, seguía instalándose en zonas próximas a cursos de agua, pues dependía de ella. A medida que la civilización se hizo más sólida, se hicieron más complejas las formas y normas de utilización y aprovechamiento del agua.



- a) Comprueba si hoy en día nuestros pueblos y ciudades están localizados junto a cursos de agua. Para hacerlo, observa el mapa adjunto, escribe los nombres de las ciudades o de los pueblos localizados junto al río Palancia. Comienza por los que se encuentran en la cabecera y acaba por los que están próximos a la desembocadura. ¿Cuántos están más alejados del río? ¿Qué constatas?
- b) Localiza en un mapa la montaña que recoge las aguas de lluvia que llegarán hasta el grifo de tu casa, o la población debajo de la cual está el acuífero que abastece de agua a tu barrio.



Mapa de situación del río Palancia. Fuente: Adaptado por los autores. Mapa Castellón. *El País*. Comunidad Valenciana

### A.10. Comentario

a) Ofrecemos como posible respuesta la lista adjunta a continuación de las poblaciones que se ubican junto al río Palancia, comenzando con las que se encuentran en su cabecera o nacimiento y finalizando con las que se ubican en su desembocadura: El Molinar, Bejís, Teresa, Jérica, Navajas, Segorbe, Geldo, Villatorcas, Soneja, Sot de Ferrer, Algar de Palancia, Alfara de Algimia, Algimia de Alfara, Torres-Torres, Estivella, Albalat dels Tarongers, Gilet, Petrés, Sagunto, Playa de Canet d'en Berenguer. Además de los nombrados, que son los que están más próximos al río, podemos destacar otros que también se encuentran cerca del río, aunque no tanto como los anteriores. Estos últimos son, entre otros: El Toro, Mas de los Pérez, Torás, Viver, Caudiel, Gai Biel, Altura, Penalba, Castellnovo. Lue go hay una minoría de pueblos que están más alejados, como Sacañet o Segart, que se encuentran lejos de cursos de agua.

Se puede constatar que la mayoría de ciudades están ubicadas en las proximidades del río, lo que denota la clara dependencia del agua que poseemos los seres vivos y especialmente en este caso las personas, incluso en el siglo XXI, a pesar de los avances tecnológicos que facilitan la construcción de pozos o de estructuras que permiten conducir el agua largas distancias para que pueda ser utilizada. Los pueblos más prósperos, por lo general, son los que se encuentran en las orillas del Palancia.

La pena es que generalmente el agua no pasa de Sot de Ferrer, pues es tan utilizada para regar los campos de cultivo de la zona que deberían ser de secano y los han transformado en regadío, que el agua no llega a la desembocadura. Por eso el segundo mapa que se adjunta

sólo facilita hasta Sot de Ferrer las poblaciones próximas al río, pues el investigador no pudo seguir valorando la calidad de las aguas del río a partir de ahí por estar seco.

b) Respuesta libre. No obstante, se pretende que localicen la montaña en la que se encuentra el nacimiento del río que abastece de agua su zona o la población debajo de la cual está el acuífero que facilita el agua que llega a sus viviendas.

### A.11. ¿CÓMO SE RECICLA EL AGUA DULCE? EL CICLO NATURAL DEL AGUA

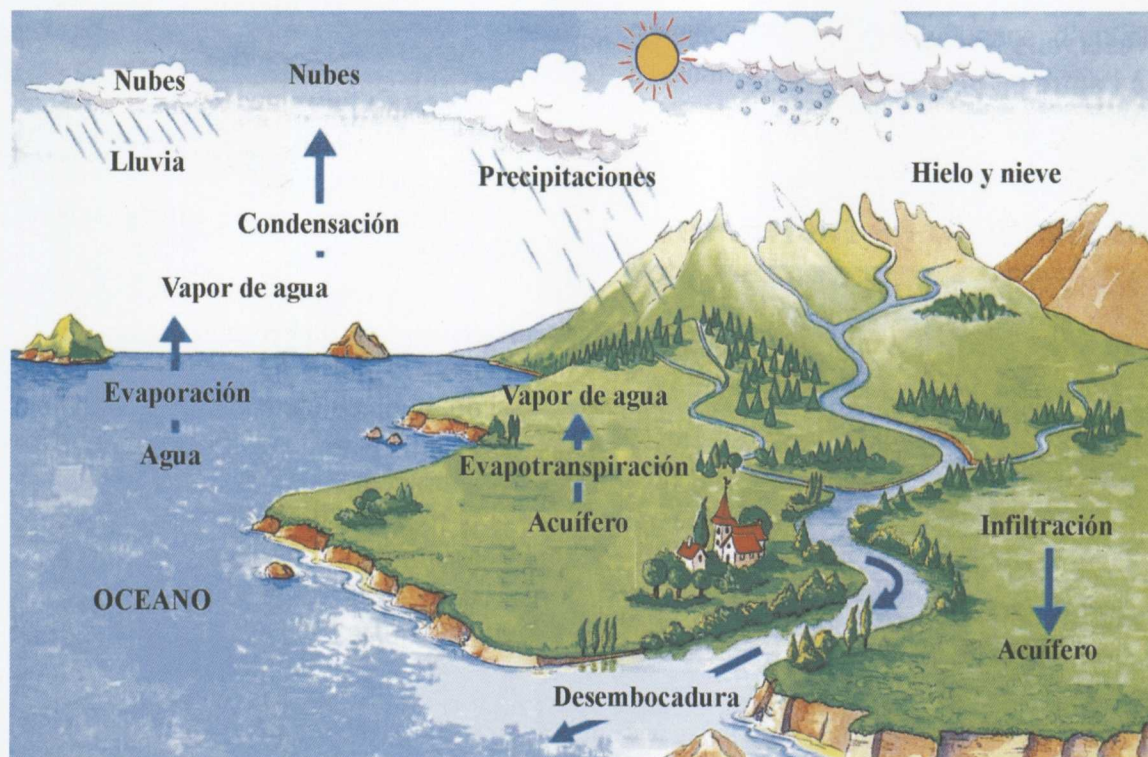
En la Naturaleza el agua se mueve sin cesar de un lado a otro, de un sistema a otro. A este movimiento lo llamamos **ciclo natural del agua**. Éste permite su renovación y facilita su autodepuración.

El agua, esencial para la vida, realiza un continuo movimiento entre la atmósfera; la tierra, la lluvia, la nieve, el granizo y otros fenómenos son el resultado de ese movimiento.

El agua que está en la tierra, ríos, mares y lagos se calienta por la acción del Sol. Se evapora y pasa a ser agua en estado gaseoso que forma parte de la atmósfera. Cuando el aire húmedo se enfría, el agua gaseosa se condensa sobre pequeñas partículas de materia que se llaman núcleos de condensación. Así nacen las nubes, formadas por millones de pequeñas gotas. Las pequeñas gotas que forman las nubes se van uniendo entre sí. Cuando son tan pesadas que el aire no puede sostenerlas, caen por la acción de la fuerza gravitatoria, produciéndose así la precipitación, en forma de lluvia, nieve o granizo, según la temperatura que tenga la atmósfera en ese momento.

De esta manera regresa el agua a la tierra. Una vez en la tierra, seguirá desplazándose a favor de la fuerza gravitatoria e irá de los lugares de mayor a menor altitud.

Al caer sobre la corteza terrestre, una parte del agua queda en la superficie y forma los ríos, los lagos y las lagunas. Otra parte penetra en el suelo: es el agua subterránea.



Ciclo natural del agua

A las aguas que circulan por el subsuelo se las denomina aguas subterráneas, y constituyen los acuíferos, que pueden volver a salir a la superficie formando ríos, fuentes, surgencias o manantiales. Los acuíferos son terrenos porosos completamente embebidos de agua. El agua de los ríos forma parte de los acuíferos que se encuentran en la misma zona. Los ríos pueden ser superficiales o subterráneos. Las aguas de

los acuíferos deberían ser potables, pues han sufrido un proceso de filtración, pero, por desgracia, esto no es siempre cierto.

Tanto las aguas superficiales como las subterráneas, en general, pueden regresar al mar si no hay nada que lo impida; muchos ríos, debido a su utilización, ya no llegan a desembocar en el mar; por ejemplo, el río Palencia, que rara vez lleva agua a su paso por Sagunto.

¿Cuáles son los motores del ciclo natural del agua?

¿Qué consecuencia tendría para los seres vivos terrestres el que este ciclo dejase de producirse?

**A.11. Comentario**

Los motores del ciclo natural del agua son: la energía calorífica que nos llega del Sol y

la fuerza de gravedad terrestre. Las consecuencias son sequía, hambre, pobreza, enfermedades y muerte de seres vivos. Se producen porque, si no llueve, no hay

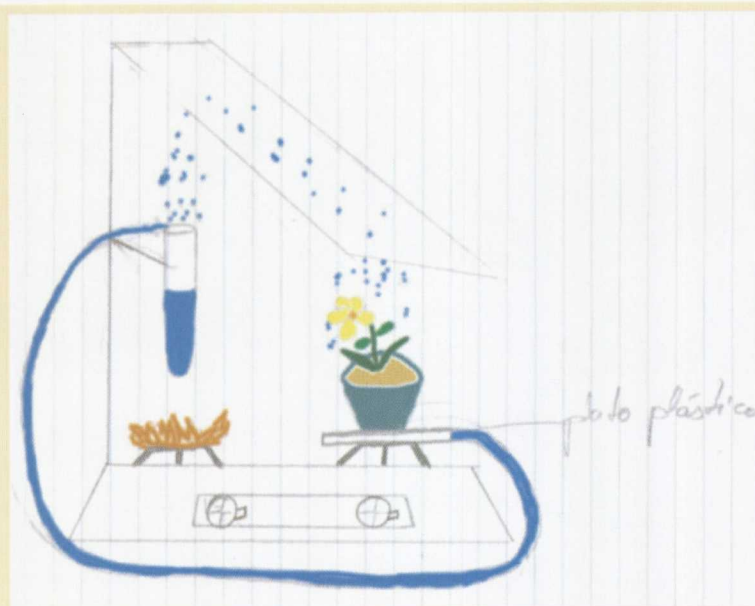
agua, y no se puede cultivar el campo ni criar el ganado, puesto que no hay comida con que alimentarlo. Esta situación ya se está padeciendo en algunos lugares del planeta.

## ACTIVIDAD DE REFUERZO

### R.1.A.11. ALGUNOS INTERROGANTES DEL CICLO NATURAL DEL AGUA

El siguiente dibujo es un esquema elaborado por un grupo de alumnos para tratar de explicar el ciclo natural del agua y la explicación dada por ellos.

Observa con detenimiento el dibujo, luego puedes responder a los interrogantes planteados:



**Explicación:** Colocamos la "probeta" a fuego lento, engachada ésta a una lámina cuyo techo estará ligeramente inclinado para que las "gotas" de vapor lleguen a la planta. El agua que sobra de ésta será succionada por un tubo de toma que vuelva a la "probeta".

- ¿Podrías afirmar que en el dibujo hay representado un ciclo natural de agua? ¿En qué te basas para afirmarlo o negarlo?
- Indica mediante flechas en qué momento se produce la evaporación y en cuál la condensación. ¿Qué provoca estos procesos?
- ¿Qué papel desempeña la planta representada en el ciclo del agua?
- ¿Qué modificaciones harías para que el diseño representase un ciclo natural de agua?
- ¿La explicación aclara algo? ¿Qué errores encierra?
- ¿El agua que se evapora del mar es salada?

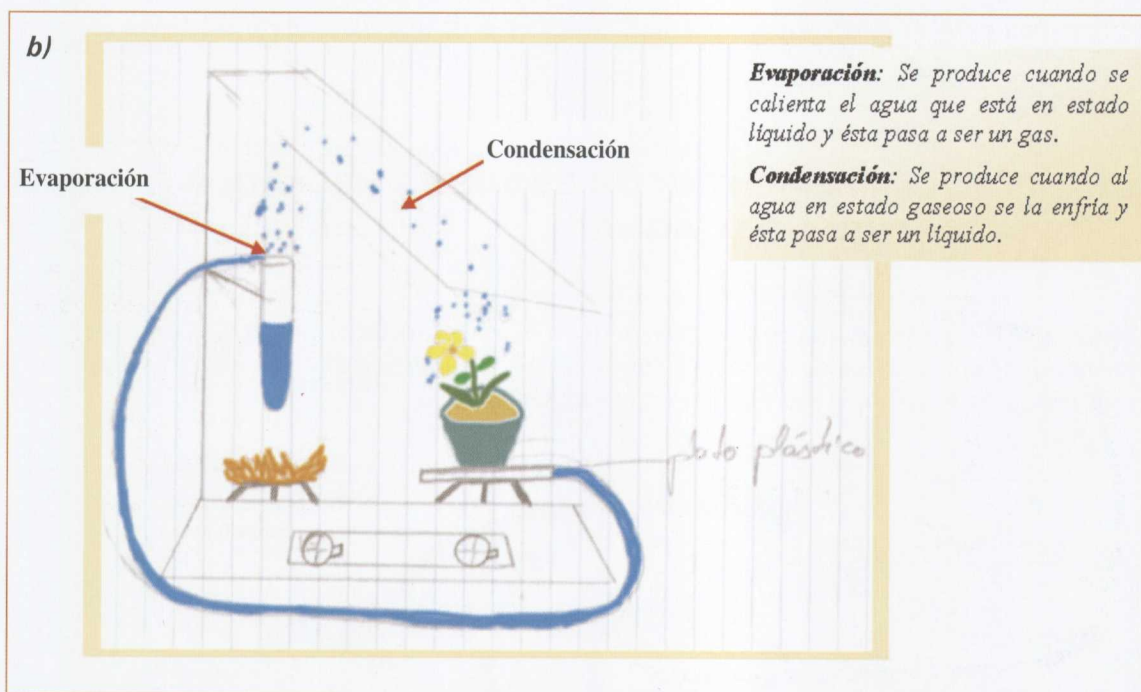
#### R.1.A.11. Comentario

claro que el representado no es un ciclo natural porque:

a) Se pretende que el alumnado reflexione sobre el concepto de ciclo natural. Está

1.º La energía que provoca la vaporización del agua no es la solar.

- 2.º Al calentar, es muy probable que se llegue a la ebullición, lo que implica que podría pasar a vapor cualquier molécula de agua del seno del líquido, no tienen por qué pasar sólo las que se encuentran en la superficie, como ocurre en la evaporación. Ésta tiene lugar a cualquier temperatura, formidable proceso que permite que el agua se renueve sin necesidad de que sufra ebullición (paso de líquido a gas a 100º C).
- 3.º La planta debería poder aportar agua a la atmósfera al transpirar, pero, lejos de aportarla, sólo la recibe a modo de precipitación.
- 4.º El agua debe ser filtrada necesariamente a través de la tierra de la maceta; en el ciclo natural el agua puede quedar en la superficie terrestre sin infiltrarse. No obstante, esta observación no es una incorrección, sino una omisión de las aguas de escorrentía.



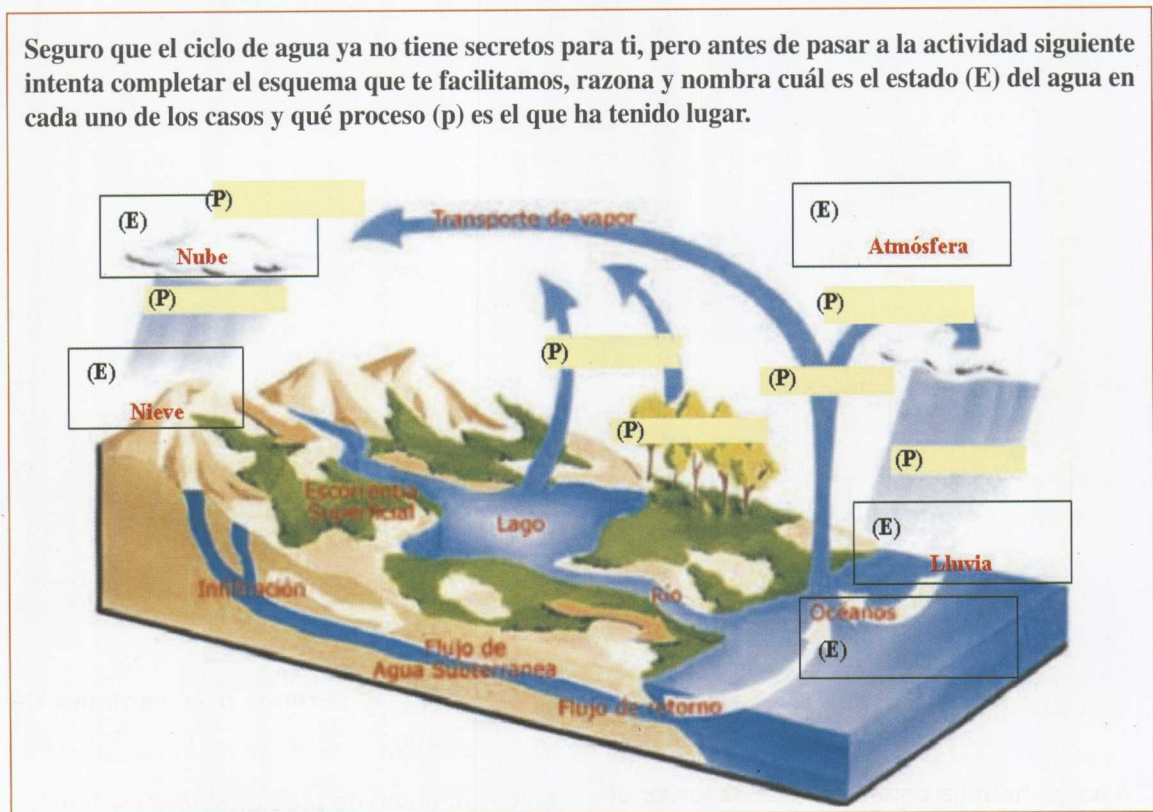
- c) Para el alumnado autor del dibujo la planta representada es sólo una consumidora de agua que absorberá el agua de la tierra, porque, si se piensa que aquél ha querido decir que absorbe el agua de la lluvia a través de las hojas y flores, sería un error que habría que corregir. Por ello sería conveniente preguntar a los autores por dónde entra el agua en la planta. Para ellos la maceta hace de paso a través del cual llega el agua sobrante hasta el plato. En el ciclo real, como sabemos, la planta tiene un papel importante, pues con su transpiración aporta agua en forma de vapor a la atmósfera, y, según la temperatura del medio en el que se encuentra, estas pérdidas son mayores o menores. Gracias a ello se produce la absorción del agua con los nutrientes a través de sus raíces; es decir, es a la vez consumidora y abastecedora de agua.
- d) La primera modificación sería quitar el hornillo y dibujar un Sol, pues, aunque haya nubes, es el calor del Sol el que provoca la evaporación. A continuación deberían justificar por qué se condensa. Está claro que deben quitar calor al agua evaporada, y podrían aducir que es porque la lámina dibujada es de un material que está frío y deberían haber

dibujado un sistema de refrigeración en la cara contraria de la lámina en la que se produce la condensación; bastaría con agua circulando por tubitos a modo de serpentín o colocar cubitos de hielo. El siguiente cambio sería la concepción de la planta, que aporta agua a la atmósfera y habría que incluir otro recipiente que recogiese las aguas superficiales. Este recipiente podría ser el mismo tubo de ensayo, aunque sería mejor si fuese una cubeta, incluso un plato, sobre el que cae el agua una vez condensada y del que se evapora el agua.

- e) No aclara lo que realmente ocurre, ya que hay un cúmulo de errores. Uno de ellos es de denominación, pues llaman probeta a un tubo de ensayo; otros son de concepto: hablan de desplazamiento de "gotas" de vapor, y de succión de un tubo de goma que tal y como lo han dispuesto, a no ser que tenga una bomba, no succionará nada, pues la base está a menor altura que el tubo de ensayo, que es donde quieren que se vierta el agua.
- f) No, porque las sales se quedan disueltas en el agua que no se evapora.

### R.2.A.11. COMPLEMENTAR UN ESQUEMA DEL CICLO NATURAL DEL AGUA

Seguro que el ciclo de agua ya no tiene secretos para ti, pero antes de pasar a la actividad siguiente intenta completar el esquema que te facilitamos, razona y nombra cuál es el estado (E) del agua en cada uno de los casos y qué proceso (p) es el que ha tenido lugar.

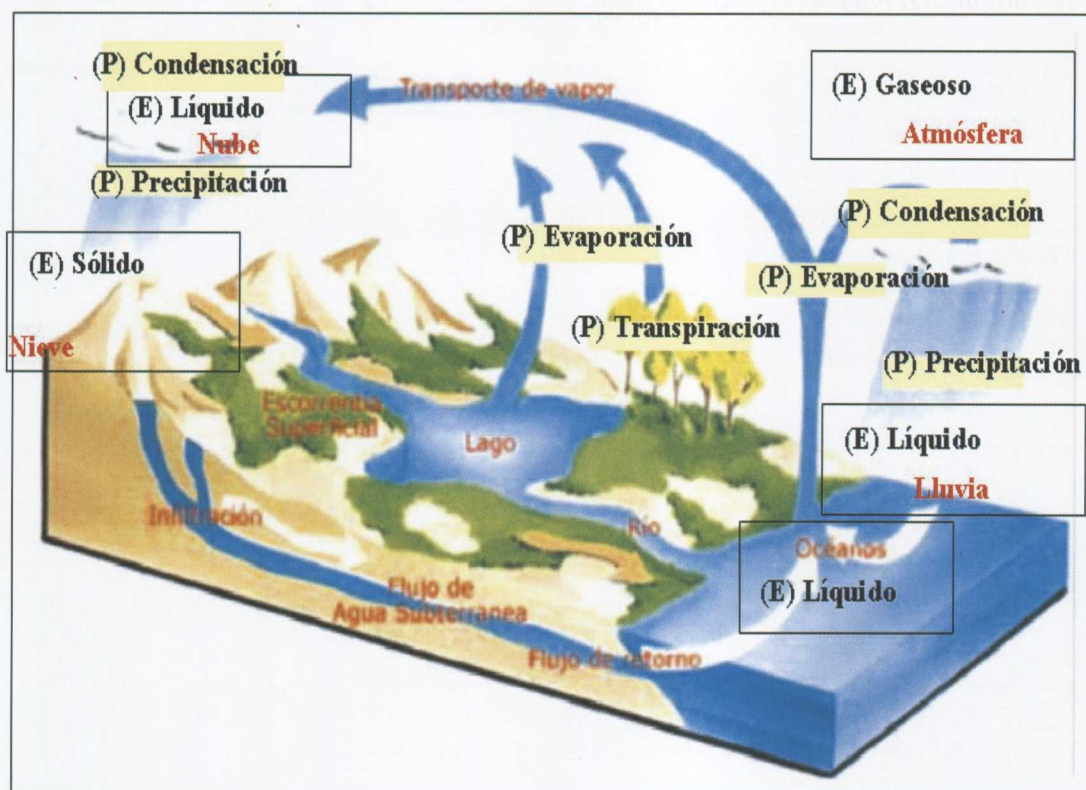


En el proyecto se implicó gran parte de la comunidad educativa, lo que permitió

generar relaciones que en el día a día no surgen habitualmente.

### R.2.A.11. Comentario

Respondemos sobre el dibujo.



### A.12. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL BALANCE HÍDRICO DE UNA REGIÓN. CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO DE UNA PROVINCIA

Cómo ya habréis constatado al observar el ciclo del agua, las precipitaciones son las que aportan agua a los continentes, y el **régimen de lluvias** es decisivo en el balance hídrico de una región, considerándose como la diferencia entre la cantidad de agua aportada y la consumida o perdida. (Para conocer el de nuestra Península o el

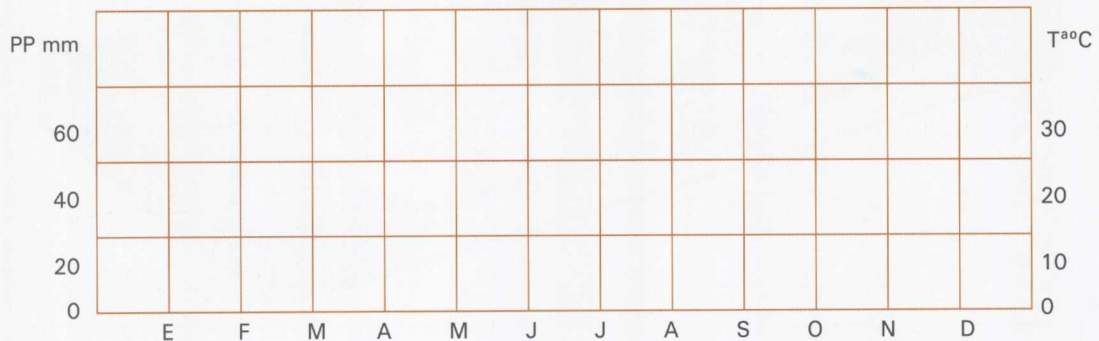
de Canarias se puede consultar la página [www.inm.es/web/infmet/tobsr/bhidri.html](http://www.inm.es/web/infmet/tobsr/bhidri.html), que corresponde al Ministerio de Medio Ambiente). Por otro lado, el agua caída permanecerá más o menos tiempo accesible en función de otros factores, como la **temperatura**, que facilita su evaporación, el **tipo de suelo**, la **topografía** (pendiente del terreno) o la **cantidad de vegetación** de la región.

La distribución de precipitaciones y temperaturas obtenidas a lo largo de un año caracterizan el clima de una región. Un **climograma** es un diagrama que refleja las temperaturas medias y el total de precipitaciones medias de un año, y nos informa de la duración e intensidad de los periodos húmedos y áridos.

a) ¿Cómo crees que será el balance hídrico en tu ciudad? Razona la respuesta explicando cómo influirán cada uno de los factores que lo determinan.

b) Analiza el balance hídrico de una provincia como la de Alicante. Los datos de la tabla adjunta corresponden a las precipitaciones y temperaturas obtenidas a lo largo de treinta años en esta ciudad. Traslada sobre la gráfica los datos correspondientes a las temperaturas y une los puntos resultantes; representa los datos sobre las precipitaciones mediante un diagrama de barras.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura media mensual/anual	11,6	12,4	13,7	15,7	18,6	22,1	25,1	25,5	23,3	19,2	14,9	12,1
Precipitación mensual/anual media mm	20	27	25	34	32	22	4	8	41	66	42	34



c) Obtén los datos que precisas para realizar un climograma de tu ciudad.

**A.12. Comentario**

a) Como ejemplo, hablaremos del balance hídrico de la ciudad de Alicante. Podemos afirmar que es negativo, ya que la cantidad de agua gastada, usada o perdida es mayor que la aportada por las precipitaciones. Los factores que determinan este balance hídrico son: abundancia y frecuencia de las precipitaciones, la temperatura del lugar, la cantidad de vegetación, las pérdidas de agua por evaporación y transpiración, el tipo de suelo y, por último, el uso y consumo de agua. En Alicante la vegetación es escasa; además, el suelo es en la mayor parte de los casos inexistente, tenemos la roca madre en superficie, por lo que la absorción o permeabilidad del suelo es

prácticamente nula, lo que provocará que la infiltración del agua de las precipitaciones sea también casi nula y facilitará la erosión del suelo. La escasa vegetación contribuye a que cada vez llueva menos, y debido a las elevadas temperaturas habrá una gran cantidad de pérdidas de agua por evaporación y transpiración. Si a esto le sumamos que es una ciudad densamente poblada en la que se usa y consume abundante cantidad de agua, podemos deducir que el balance será negativo, es decir, que el gasto es superior a los aportes.

b) La media mensual obtenida a partir de los datos de los treinta años estudiados nos dice que los meses en los que hay mayor escasez de agua son junio, julio y

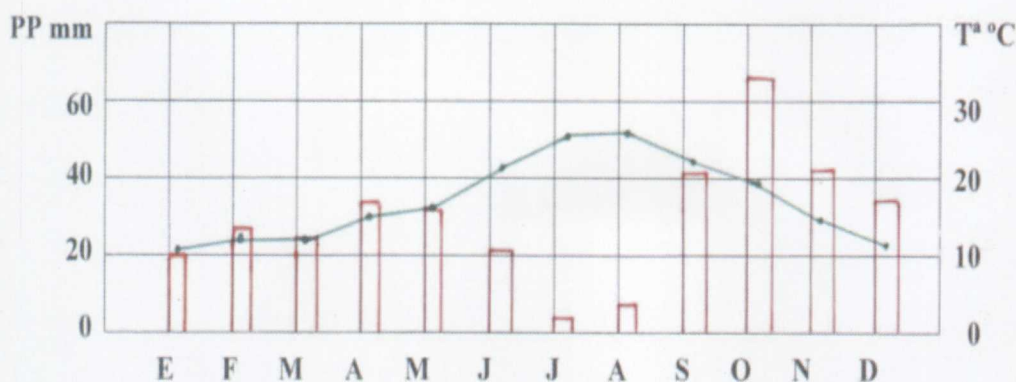


agosto, el verano, lo que demuestra la relación directa con las temperaturas; mayor calor en verano y, por tanto, mayores pérdidas. También el balance es negativo aunque cercano al equilibrio en los meses de septiembre, marzo, mayo y enero. Sólo hay excedencia de

agua los meses de octubre, noviembre y diciembre, y en menor proporción, en abril y febrero; en estos últimos también está próximo al equilibrio.

c) Respuesta libre, ya que depende de la ciudad en la que se habite.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura media mensual/anual	11,6	12,4	13,7	15,7	18,6	22,1	25,1	25,5	23,3	19,2	14,9	12,1
Precipitación mensual / anual media mm	20	27	25	34	32	22	4	8	41	66	42	34



### A.13. IMPORTANCIA DE LOS BOSQUES PARA LA EXISTENCIA DE AGUA

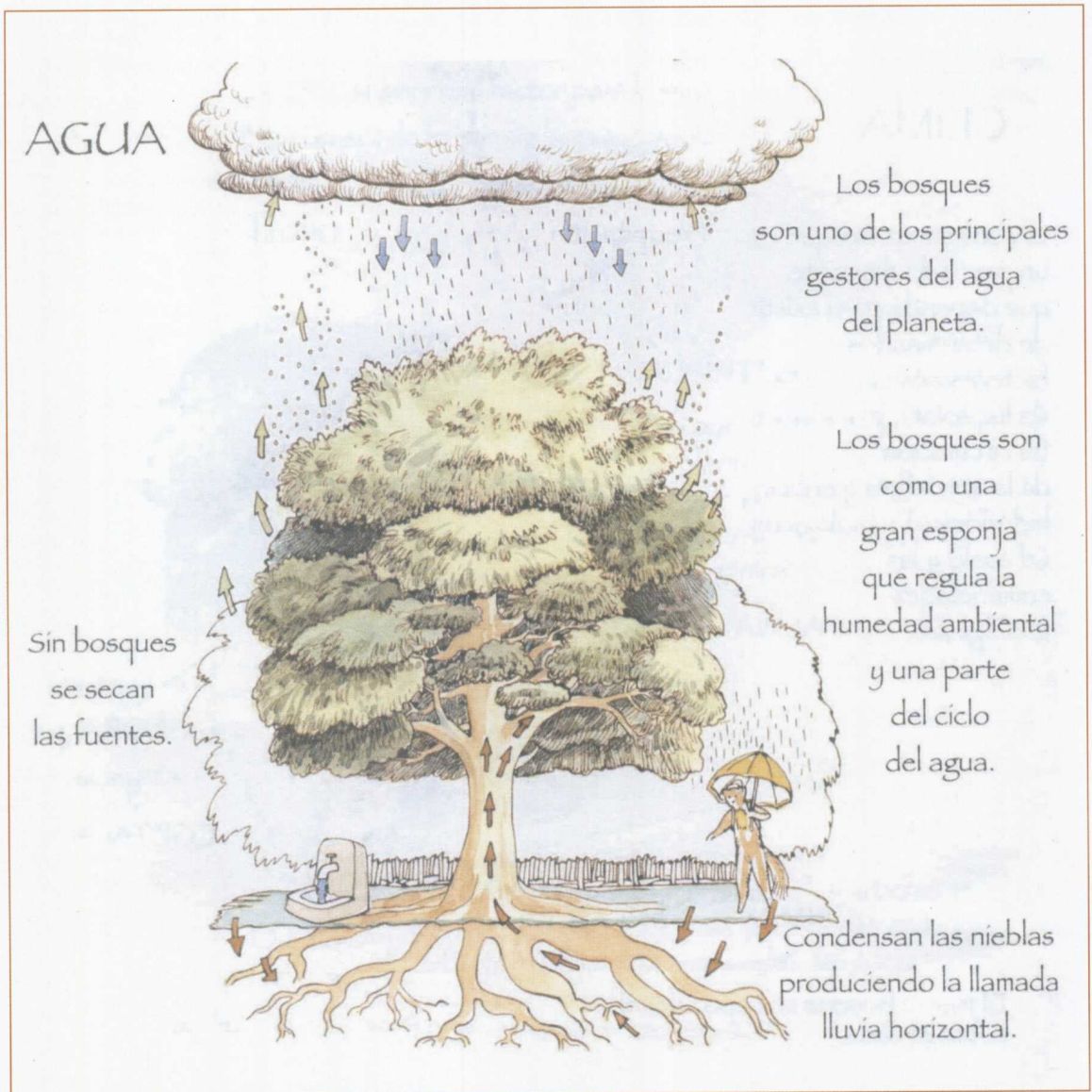
Hemos visto la importancia de la evaporación en el ciclo del agua, pero también es importante la transpiración. Podemos definirla como el fenómeno biológico mediante el que los seres vivos pierden agua en forma de vapor y pasa a la atmósfera. Las plantas toman agua del suelo a través de sus raíces, consumen una pequeña parte en su crecimiento y el resto lo transpiran.

**Evaporación**, como ya sabes, es el fenómeno físico en el que el agua pasa de estado líquido a gaseoso, por lo que deberíamos añadir la sublimación, que es el paso de sólido a vapor. Se produce evaporación desde: a) la superficie del suelo y la vegetación inmediatamente después de la precipitación, b) las superficies de agua (ríos, lagos, embalses, mares), c) el suelo, agua

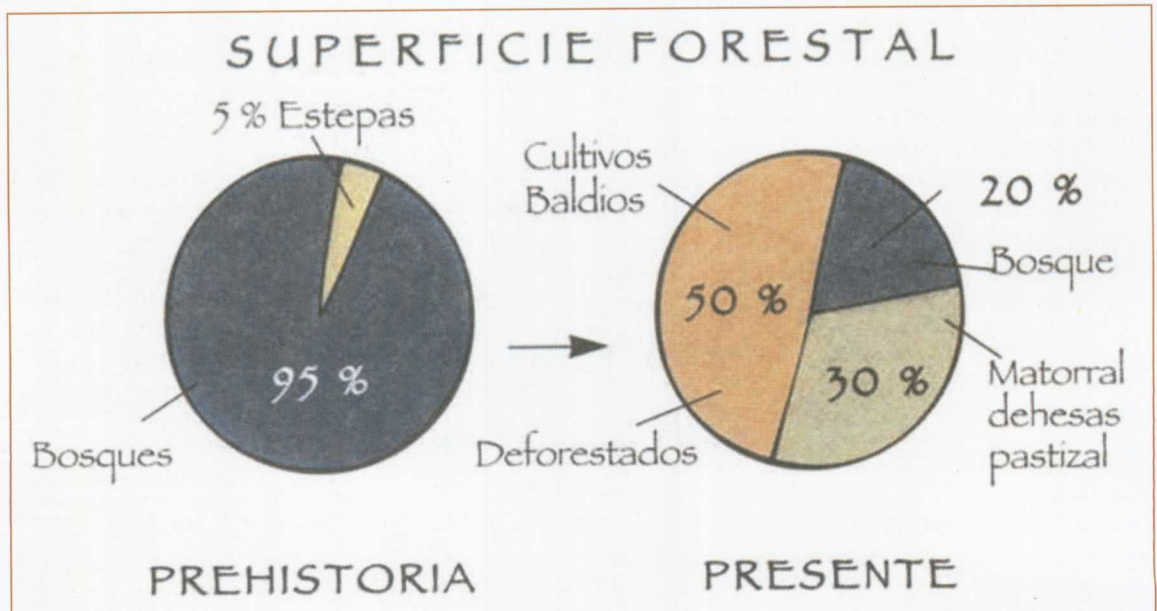
infiltrada que se evapora desde la parte más superficial de éste.

Como la evaporación y la transpiración son difíciles de medir por separado, y además en la mayor parte de los casos lo que interesa es conocer la cantidad total de agua que se pierde a la atmósfera sea del modo que sea, se consideran conjuntamente bajo el concepto mixto de **Evapotranspiración**, que podemos definir como la consideración conjunta de los dos procesos.

Cuantificar los recursos hídricos de una zona equivaldría a hallar la diferencia entre lo que llueve y lo que se evapotranspira, esta diferencia representará el volumen de agua disponible en la zona.



Fuente: E. Blanco (1998)



Fuente: E. Blanco (1998)

A la vista del texto y de los esquemas suministrados en esta actividad, responde a las siguientes preguntas:

- a) ¿Podrías encontrar alguna relación entre la presencia de arbolado y la existencia de lluvias en una determinada zona geográfica?
- b) Siempre se ha dicho que antaño, en España, los bosques eran tan abundantes que una ardilla podía cruzar el país de norte a sur sin pisar el suelo. ¿Crees que hay alguna relación entre la escasez de agua que padecemos en la llamada España seca y la ausencia de bosques?
- c) ¿Qué podríamos hacer para mejorar nuestra situación?

### A.13. Comentario

- a) *Sí. En la España húmeda, Galicia, Cantabria, etc., aún quedan bastantes bosques y podemos observar que llueve abundantemente durante todo el año, al igual que en las selvas tropicales, en las que a pesar del calor llueve todos los días. En cambio, en la Comunidad Valenciana, y sobre todo en la provincia de Alicante, cada vez hay menos zonas arboladas y sabemos que llueve poco; de hecho, hay grandes zonas en peligro de desertificación.*
- b) *Sí, porque los bosques son uno de los principales gestores de agua del planeta, son como una gran esponja que regula la humedad ambiental y una parte del ciclo del agua. Gracias a la transpiración aportan al medio externo gran cantidad de agua que favorecerá el que posteriormente haya precipitaciones, porque los bosques condensan las nieblas produciendo la lluvia horizontal. Sin bosques se secan las fuentes. En el sur de España las temperaturas son más altas que en el norte, pero hay mucho menos arbolado debido a la tala indiscriminada o a los incendios forestales, muchos de ellos provocados, a veces porque se deseaba construir edificaciones de recreo o segundas viviendas, que son muy lucrativas, en terrenos que estaban en un paraje natural protegido; entonces se provocaban incendios para devaluar el terreno y así facilitar la con-*

*cesión del permiso de construcción. Todo ello ha contribuido a la deforestación que hoy se sufre.*

- c) *En primer lugar, se deberían reforestar con vegetación autóctona todas las superficies que sea posible. En segundo lugar, habría que hacer campañas de concienciación ciudadana sobre el uso y consumo de agua adecuado, racional y el respeto por las zonas arboladas, para que, en lugar de dañarlas, se protejan de manera que no prevalezcan los intereses de unos pocos frente a los de las generaciones futuras.*

### A.14. LOS HUMEDALES Y SU IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Los humedales merecen una especial atención. En la región mediterránea, a la cual pertenece la Comunidad Valenciana, con un clima cálido y seco, como ya hemos dicho, los humedales convierten su superficie en un microclima totalmente distinto de las zonas circundantes. El efecto refrigerante que produce la evapotranspiración se apodera del área, además de ofrecer sombra y protección frente al viento. El efecto de la brisa llevará humedad hasta las montañas que lindan con el litoral, produciendo lluvias que permitirán la recarga permanente de los acuíferos. Es decir, la temperatura más cálida favorecerá la evaporación de sus aguas, las nubes formadas



Autor: J. Rueda

Un humedal sano, la Marjal dels Moros

serán empujadas por el viento hasta las montañas próximas, donde, a consecuencia de las menores temperaturas allí reinantes, se producirán precipitaciones que permitirán de este modo que los acuíferos se rellenen.

Otro de los temas que se debe tener muy en cuenta es la gran diversidad de especies que encierran estos lugares, tanto autóctonas (propias del lugar) como migratorias.

Otros factores que demuestran la importancia de los humedales son:

- La facultad que tienen para frenar las riadas.
- Su gran poder de depuración de las aguas subterráneas.
- Impiden la intrusión marina si están junto a la costa; esto significa que el agua del mar no puede entrar en los acuíferos y no los saliniza.



Autor: J. Rueda

Marjal del Puig

La mayoría de los humedales costeros que conocemos como “marjales” desaparece paulatinamente. Observa la foto que corresponde a lo que queda de la Marjal del Puig y comenta los factores que han sido alterados.

#### A.14. Comentario

*No se puede considerar sostenible el que desaparezcan los humedales. Podemos concretar que los factores perturbados son los siguientes:*

- **Factores bióticos:** pérdida de diversidad de especies tanto en flora como en fauna autóctona y migratoria.
- **Factores abióticos:** Destrucción del microclima natural, pasando a ser el clima más cálido y seco. El viento soplará con mayor intensidad. En las montañas próximas lloverá menos por el efecto brisa perdido, por lo que no se podrán recargar de igual modo los acuíferos. No se frenarán las riadas. No se depura-

*rán las aguas subterráneas y se salinizará el acuífero.*

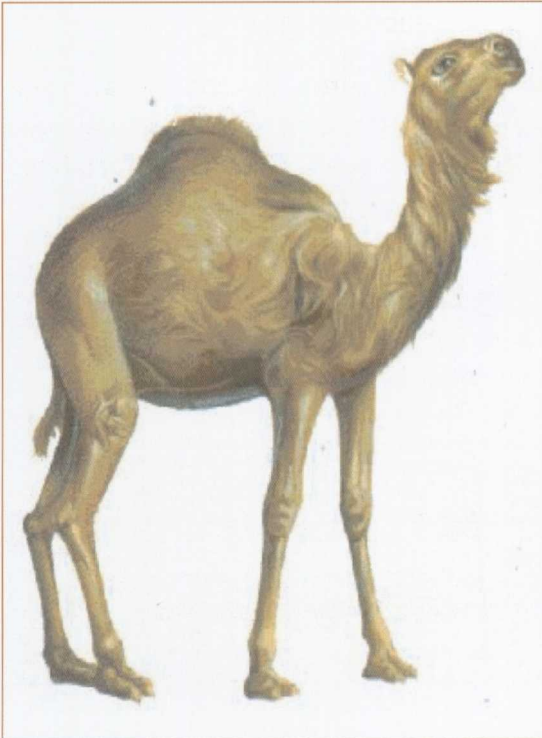
### ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

#### A.A.1. ¿TODOS LOS SERES VIVOS PUEDEN ADAPTARSE A VIVIR CON ESCASEZ DE AGUA?

El que nuestro organismo no posea el porcentaje de agua necesario nos puede llevar a la muerte. Pero, como ya sabes, hay seres vivos que se encuentran extremada-

mente adaptados y son capaces de vivir en medios con grandes carencias de agua.

Como ejemplo de adaptaciones a la escasez de agua podemos citar el dromedario, en animales, y el cactus, en vegetales.



Dromedario

Fuente: <http://www.sidisalta.com.ar/mamiferos%5Cpages%5CDromedario.htm>

*El dromedario puede pasar meses sin tomar agua. En invierno no bebe agua, la obtiene de las plantas que come. En verano, puede pasar hasta cinco días sin beber. Se defiende de la pérdida de agua: no transpirando, orinando poco y soportando sin problemas una subida de su temperatura durante el día para no perder el agua que acumula en forma de sudor; puede llegar a tener 42° C. Los camellos pueden beber hasta 130 litros de agua de una vez.*

*Los cactus, para adaptarse a la escasa humedad, convierten sus hojas en espinas; de este modo no pierden agua por evapotranspiración. Además, almacenan agua en sus tallos y poseen amplias raíces, en forma de red, que se extienden de 15 a 20 m<sup>2</sup>, lo que les permite tomar algo de agua. Otras plantas del desierto poseen raíces que penetran profundamente en el suelo*

*hasta alcanzar los mantos acuíferos subterráneos.*



Los animales y vegetales pierden agua en los procesos de respiración y transpiración, por lo que deben reponerla diariamente tomándola del medio.

El medio acuático es el idóneo para el desarrollo de la vida, pues es semejante al medio interno de los organismos; sin embargo, la vida en el medio aéreo ofrece algunas ventajas, como una mayor iluminación y más elevadas concentraciones de sustancias nutritivas para las plantas, y, para los animales, una vegetación más abundante para su alimentación y refugio, mayor disponibilidad de oxígeno y más facilidad de movimientos. Frente a todo ello existe un gran inconveniente: la escasez de agua.

Por tanto, los seres vivos deben buscar soluciones para este problema, que, por lo general, están basadas en las siguientes medidas:

- a) Reforzar la búsqueda del agua.
- b) Tratar de impedir que se pierda la que se posee.
- c) Almacenarla en previsión de épocas de escasez.

Los seres vivos deben mantener un equilibrio entre el agua que incorporan y la que pierden.

Las plantas que viven en lugares secos se denominan xerofitas, y las que viven en lugares húmedos, hidrofitas.

a) Reflexiona sobre lo que has trabajado hasta ahora y responde a las preguntas que te planteamos:

1) ¿Cómo consigue el camello no beber agua durante tres semanas?

2) Emite una hipótesis que justifique la causa de que una persona adulta pueda soportar casi un mes sin ingerir nutrientes, pero no pueda sobrevivir más de tres días sin beber agua.

b) En la tabla inferior, relaciona mediante una flecha las características anatómicas de algunos organismos (columna izquierda) con las adaptaciones de los mismos a factores de distintos medios (columna derecha):



CARACTERÍSTICAS	ADAPTACIÓN
a) Patas, cuello y pico largos (aves zancudas)	1. Protección contra la desecación
b) Cuerpo fusiforme, hidrodinámico	2. Para evitar la evapotranspiración y retener gotitas de rocío
c) Caparazón de quitina (insectos, arañas)	3. Vencer la viscosidad del agua
d) Hojas transformadas en espinas (cactus)	4. Buscar el alimento en el seno del agua

c) Fíjate en los dibujos que te aportamos y señala las adaptaciones que observas en las dos plantas para mantener un equilibrio hídrico.

Ejemplo de planta de suelo húmedo: *gramínea pratense*

Inglaterra, precipitación media mensual:

- ☒ Verano: 100 mm. Invierno: 100 mm.
- ☒ Temperatura media en verano: 18° C.
- ☒ Temperatura media en invierno: 5° C.

Ejemplo de planta de suelo desértico: *cactus*

México, precipitación media anual:

- ☒ Verano: 100 mm. Invierno: inapreciable.
- ☒ Temperatura media en verano: 29° C.
- ☒ Temperatura media en invierno: 24° C.

a	b	c	d
4	3	1	2

### A.A.1. Comentario

- a) Se pretende que el alumnado llegue a la conclusión de que sin agua no hay vida. Una posible respuesta sería: 1) El camello es capaz de ingerir de una vez 130 litros de agua y la metabolizará según la vaya necesitando. Además, es capaz de soportar una temperatura de hasta 41°C, para evitar refrescarse con el sudor y perder la menor cantidad de agua con este fin. 2) Porque el agua, en el ser humano, forma parte de sus tejidos y fluidos, además de ser un vehículo de transporte tanto de sustancias nutritivas como de sustancias excretables. Si no ingerimos agua no puede realizarse el transporte de los nutrientes, lo que conlleva una carencia de energía y de materia prima. Tampoco podrá llevarse a cabo el transporte de las sustancias tóxicas que hay que excretar, que se acumularían en el organismo y producirían la muerte.
- b) Se pretende que el alumnado constate la existencia de esa adaptación, necesaria para poder vivir en el agua o sobre ella, o de los nutrientes que se encuentran en su seno o vivir en condiciones de extrema escasez de agua.
- c) El cactus, para prevenir pérdidas de agua, dadas las altas temperaturas reinantes en el medio, transforma sus hojas en espinas, el tallo se engrosa haciéndose carnoso y robusto para almacenar todo el agua que pueda y las raíces se ramifican y alargan para poder llegar a la mayor cantidad de zonas del subsuelo y absorber algo de agua junto con los nutrientes que la acompañan.

*Podemos constatar cómo la gramínea del prado no tiene dificultades para absorber el agua que necesita y por ello las raíces, aunque ramificadas, son cortas y las hojas largas con abundantes estomas, lo que favorecerá las pérdidas de agua de la planta por transpiración.*

### A.A.2. 2003, AÑO INTERNACIONAL DEL AGUA DULCE

El 12 de diciembre de 2002, en las Naciones Unidas de Nueva York y en la UNESCO de París, se inauguró oficialmente el Año Internacional del Agua Dulce. Puedes informarte sobre este evento en [www.unesco.org/water/index\\_es.shtml](http://www.unesco.org/water/index_es.shtml).

La UNESCO, junto con el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (UNDESA), ha elaborado una página especial con el fin de proveer de una plataforma tanto a los países como al público en general para compartir ideas, iniciativas y dar a conocer los eventos que se llevarán a cabo durante 2003, Año Internacional del Agua Dulce:

[http://www.wateryear2003.org/ev.php?URL\\_ID=1456&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201](http://www.wateryear2003.org/ev.php?URL_ID=1456&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201)

Dedicar especial atención a la situación del agua en los países es indicativo de que tenemos problemas con respecto al uso y consumo del agua, y el hecho de que personas de todo el mundo intenten buscar soluciones y ponerlas en común es un intercambio cultural del que todos nos beneficiamos.

Mientras estés trabajando esta unidad revisa las revistas que caigan en tus manos y la prensa en general, selecciona y aparta noticias que tengan alguna relación con el agua. Clasifícalas y entre todos confeccionaremos murales para disponerlos en pasillos.

Para ayudarte en la clasificación de los artículos te sugerimos algunos criterios, aunque puedes incluir otros:

- a) Agua relacionada con la cultura arquitectónica (acueductos, aljibes, algunos molinos).
- b) Agua como fuente de inspiración literaria, tanto poesía como prosa.
- c) Agua relacionada con la religión.
- d) Organismos creados para usar de modo más conveniente el agua; ejemplo de ello es el Tribunal de las Aguas.
- e) Contaminación del agua: de acuíferos, de humedales, de ríos, de mares.
- f) Escasez de agua.
- g) Disputas entre pueblos a causa de la escasez o de la falta de calidad del agua.
- h) Cumbres relacionadas con el uso y consumo del agua.
- i) Normativas nacionales y europeas relacionadas con el uso y consumo del agua.
- j) El desarrollo sostenible y el agua.
- k) El agua y la salud.
- l) El agua como diversión y relax.
- m) Deportes que utilizan el agua en alguno de sus estados.

### A.A.2. Comentario

La clasificación que se obtenga dependerá de las noticias que se encuentren, pudiendo

haber diferentes soluciones. Facilitamos la foto de uno de los paneles que se hicieron en la experimentación de esta unidad.





**A.A.3. AL DISFRUTAR DEL AGUA FAVORECEMOS NUESTRA SALUD**

Todos sabemos lo bien que nos encontramos después de habernos dado una buena ducha; la higiene es otra de las necesidades que cubrimos gracias a la existencia del agua y que favorece la buena salud. No sólo nos limpia, sino que además nos relaja. De todos es conocido el uso del agua

como terapia, y por ello existen los balnearios, las saunas, piscinas, etc., que nos permiten rehabilitar y curar algunas de nuestras enfermedades. También se practican numerosos deportes acuáticos, incluyendo la pesca.

La forma de entender el ocio en las sociedades desarrolladas hace que se construyan centros como el de la ilustración en los que podemos cuestionarnos la utilización del agua.

Elaborad un listado de actividades realizadas con agua que se pueden hacer durante el tiempo libre. Señalad los aspectos positivos y negativos de estas actividades.

ACTIVIDADES REALIZADAS	ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS

**A.A.3. Comentario**

*Esta actividad puede tener diversas soluciones, se pretende que el alumnado constate que a veces el perjuicio es*

*mayor que el beneficio que se produce cuando se realizan determinadas actividades, o simplemente no son éticas. Damos una posible respuesta a modo de ejemplo:*

ACTIVIDADES REALIZADAS	ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS
<p>Bañarnos en una piscina</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nos refresca (si es verano, es beneficioso).</li> <li>Nos divierte.</li> <li>Nos relaja.</li> <li>Nos socializa si el baño comporta juegos en el agua o competiciones de natación.</li> <li>Nos hidrata la piel.</li> <li>Nos permite hacer ejercicio físico favorable para mantener el tono muscular y evitar la obesidad.</li> <li>Permite rehabilitarse de afecciones sufridas por enfermedades o accidentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumimos agua, que en algunas zonas es un recurso escaso o inexistente. Si es privada, es peor, pues la utilizan menos personas, lo que provoca a veces que haya un gran número de piscinas, con el consiguiente gasto de agua.</li> <li>El agua es un recurso vital, puede llegar a agotarse.</li> <li>Podemos contraer alguna enfermedad por contagio o ahogarnos.</li> </ul>

## ACTIVIDADES DE PROCEDIMIENTO

### A.P.3. MONTAJE PARA LA OBSERVACIÓN DEL CICLO NATURAL DEL AGUA

Te proponemos que realices este montaje con el fin de que puedas observar un ciclo natural de agua en la mesa de tu laboratorio.

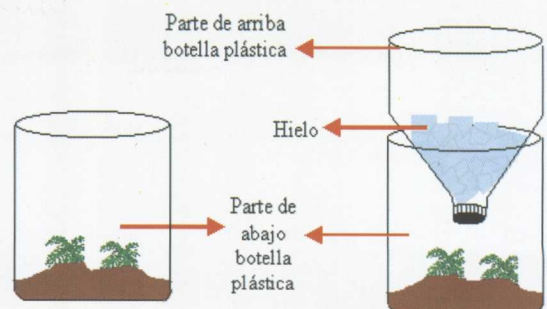
Para realizarlo utilizarás los siguientes

#### Materiales

- Botella ancha de plástico (se pueden utilizar de 2 o de 5 litros de capacidad).
- Cuchillo (para cortar la botella).
- Tierra de cultivo.
- Plantitas pequeñas (o semillas y esperas a que germinen).
- Hielo.

#### Procedimiento (observa el dibujo)

- Corta la botella de plástico por la mitad.
- A la parte de abajo hazle unos agujeros en el fondo.
- Pon tierra y plantitas pequeñas (o las semillas; en este caso debes esperar a que germinen). Riega la planta.
- Invierte la otra parte de la botella (donde va el tapón; queda como un embudo, pero tapado), el tapón se deja puesto. Llena con cubitos de hielo esta última parte.
- Coloca la parte con hielo sobre la que tiene la planta.



- Dispón todo el montaje al sol de manera que sus rayos incidan sobre él. Manténlo así durante media hora o tres cuartos.

Después de realizar el montaje, obsérvalo y responde por escrito a las siguientes preguntas utilizando el lenguaje específico para nombrar los procesos que han tenido lugar en los cambios de estado; para ello puedes ayudarte del esquema adjunto a continuación:

- ¿Para qué agregas el hielo?
- Dibuja cómo crees que debe ser el ciclo del agua.
- ¿Por qué la botella se empaña?
- ¿Qué etapas del ciclo del agua pudiste observar?
- ¿Qué aspectos del ciclo natural del agua no habías observado en tu diseño anterior?

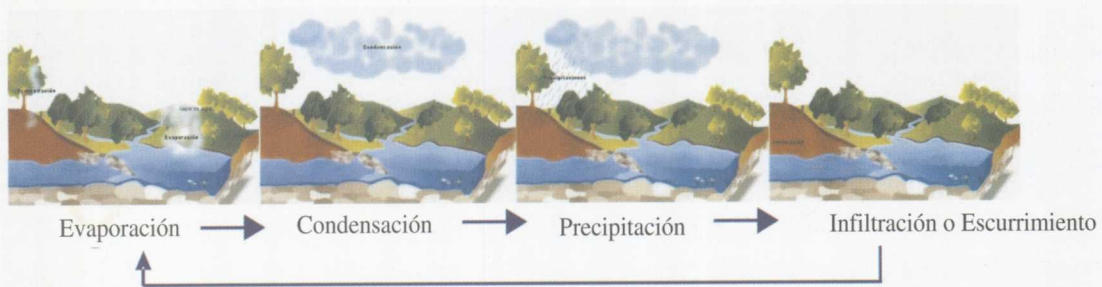
### A.P.3. Comentario

*En este experimento, si la tierra está seca, cuando el sol calienta la botella se puede apreciar que las plantas transpiran. ¿Cómo se puede constatar esto? Porque la botella se empaña. La transpiración de las plantas contribuye al ciclo del agua.*

- El hielo sirve para acelerar la condensación y para que pueda verse la lluvia, con ella el agua caerá a la tierra regando las plantas y mojando la tierra. A continuación, el sol provocará además de la transpiración de la planta la evaporación del agua de la parte superior del suelo y de la que ha quedado mojando la superficie de la planta.*



b) Se añade como respuesta la explicación gráfica secuenciada según los procesos que tienen lugar:



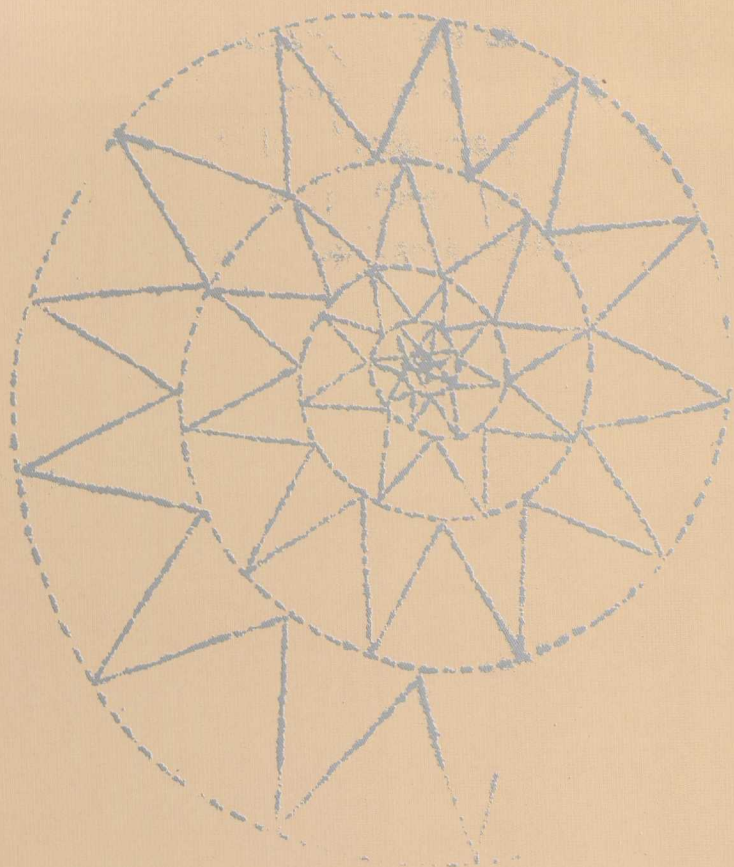
La evaporación del agua de mar proporciona, en gran parte, la humedad contenida en la atmósfera, y sólo una muy pequeña parte proviene de lagos, ríos, humedad del suelo y evapotranspiración de las plantas. La humedad atmosférica, constituida por agua en estado gaseoso, asciende a capas superiores, que están a temperatura más baja y donde el agua se condensa en forma de gotitas.

Éstas forman las nubes que mediante la acción de los vientos son llevadas a los continentes. Los cambios térmicos ocasionan también la aglomeración de gotitas que da origen a las precipitaciones en forma de lluvia, llovizna, nieve o granizo. Puesto que el área superficial de los océanos es más de dos veces la de los continentes, la precipitación terrestre es aproximadamente la mitad que la de los océanos. Una parte de la precipitación terrestre queda almacenada en lagos, lagunas y campos de hielo, otra escurre por los ríos hacia el mar, otra parte se infiltra a través de los estratos permeables del suelo y se almacena o escurre en forma subterránea y esta última retorna a los océanos. Se completa así un ciclo de transferencia del agua que se conoce como **ciclo hidrológico o ciclo natural del agua**. Si se dispone de la posibilidad de llevar al alumnado al aula de Informática y hay ordenadores conectados a Internet, desde la

página <http://www.puc.cl/quimica/agua/res10.html> puede verse de forma dinámica el ciclo del agua.



- c) El hielo enfría la atmósfera interna de la botella, lo que provoca la condensación del agua en las paredes de la botella y hace que se empañe. Si la tocamos, observaremos que por dentro está mojada.
- d) No pueden verse la evaporación ni la transpiración, sólo pueden deducirse, pero las demás, como condensación, precipitación e infiltración o permanencia del agua en la superficie del terreno, sí son observables.
- e) Depende del diseño, pero, por lo general, al alumnado le cuesta tener en cuenta el sol como aporte de calor necesario para la evaporación y transpiración, la refrigeración indispensable para que se produzca la condensación y, por último, la presencia activa de seres vivos.



**¿Cómo gestionamos  
el agua?**

**Capítulo 3**



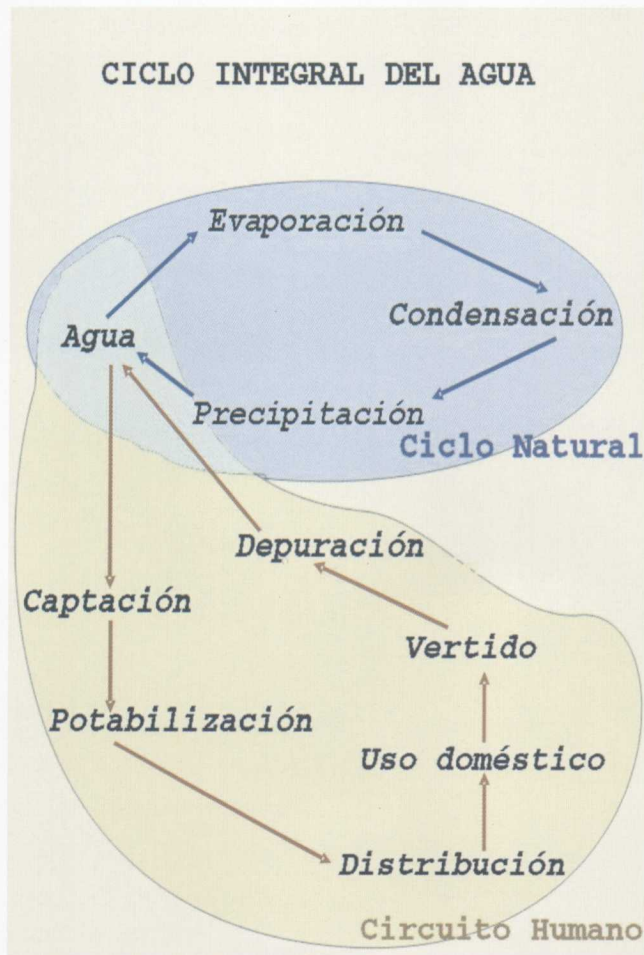
# ¿Cómo gestionamos el agua?

## A.15. EL CICLO INTEGRAL DEL AGUA

**E**l ciclo del agua natural es fundamental, porque gracias a él los ríos no se secan. ¿Te has preguntado alguna vez por qué, aunque los ríos desembocan en el mar, siguen llevando agua? ¿De dónde les llega el agua?

Es cierto que hay tramos de nuestros ríos secos en algunas épocas del año. Por ejemplo, el río Palencia, cuando pasa por Sagunto, en raras ocasiones lleva agua.

El que lleguen a quedarse secos se debe, la mayoría de las veces, a la sobreexplotación de sus aguas o al almacenamiento de éstas en embalses.



Suponemos que ya sabrás que los humanos hemos hecho modificaciones en este ciclo del agua, pues hacemos que llegue a nuestras casas, la utilizamos, la ensuciamos y, antes de verterla en los cursos de agua naturales, debe ser tratada en una depuradora para no contaminar el medio ambiente. Por desgracia, muchas veces se vierte el agua residual en ríos o mares sin haber sido depurada.

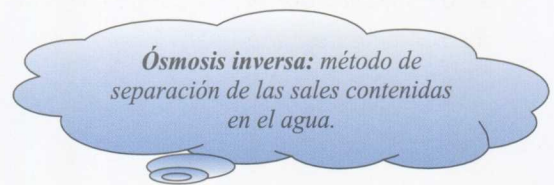
Como se puede observar en el esquema adjunto, hay dos ciclos interrelacionados, el natural y el humano. El **ciclo natural** ya lo conoces, lo has trabajado anteriormente.

Las aguas caídas del cielo, en forma de lluvia, nieve o granizo, acabarán llegando a ríos, lagos y acuíferos, de donde se extraerán para el consumo humano, agrícola e industrial. Dependiendo de su calidad, se las tratará en una potabilizadora o simplemente se las desinfectará, conservándolas en depósitos hasta que se suministren a las poblaciones.

Tras su utilización, estas aguas, ahora llamadas residuales, se unirán a las de limpieza de calles, etc., en las alcantarillas de la pobla-

ción, y normalmente deberán ser conducidas hasta una planta depuradora, donde serán tratadas y posteriormente devueltas al río o mar más próximos.

Seguro que te estás preguntando **¿qué se hace cuando no llueve?** Si no llueve, hay varios modos de resolver el problema:



- Construyendo trasvases.
- Transportándola en camiones.
- Desalándola, por ejemplo, tratándola con **ósmosis inversa**.
- Construyendo pozos y bombeando el agua del subsuelo.
- Aumentando los depósitos, embalses, etcétera.
- Disminuyendo el consumo.

Imagínate que está lloviendo en la cabecera de un río. Parte del agua caída con la lluvia saldrá por un grifo de una casa ubicada en sus proximidades.

Piensa diversos itinerarios que puede haber seguido el agua para ello. Dibújalos de forma esquemática.



### A.15. Comentario

La gota de agua procedente de la lluvia puede caer en diferentes lugares, por lo que, según de dónde caiga, se generan diferentes

itinerarios. Proponemos uno como ejemplo; supongamos que:

- 1.º Cae en el río Resinero, justo antes de la captación de sus aguas por el río Palancia.



- 2.º Con las aguas del río Palancia se desplaza hacia lugares de menor altitud, gracias a la fuerza gravitatoria.
- 3.º Llega al pantano del Regajo.
- 4.º Es almacenada en el pantano durante un tiempo.
- 5.º Es bombeada y clorada; a continuación, se desplazará por la red del sistema de distribución de agua hasta llegar al grifo de una casa de un pueblo cercano.
- 6.º Al abrir el grifo, saldrá por él.

### A.16. INFLUENCIA DE LOS VERTIDOS EN LOS CURSOS FLUVIALES

Hace cuatro mil quinientos millones de años, la Tierra era una bola de magma fundido con cientos de volcanes activos en su superficie. El magma, cargado de gases, entre ellos el vapor de agua, emergió a la superficie gracias a las constantes erupciones. Luego la Tierra se enfrió, el vapor de agua se condensó y cayó de nuevo al suelo en forma de lluvia: así comenzó el ciclo del agua. El agua de la lluvia rellenó las depresiones del planeta y creó los océanos.

Mil millones de años después (según algunos autores, pues hay diversas teorías), las sus-

tancias químicas que darían origen a la vida se reunieron en los océanos: metano, hidrógeno y agua.

Desde entonces, la misma agua ha circulado una y otra vez en el planeta, originando y conservando la vida. Gracias al ciclo del agua, que constantemente purifica este valioso recurso, hoy disfrutamos de la misma agua que bebieron los dinosaurios.



Seguramente no estaría tan sucia como está hoy en día. Todos estamos "acostumbrados" a leer en periódicos y revistas o a escuchar por la radio, la televisión y demás medios de comunicación, los graves problemas que tiene en este momento nuestro planeta y, especialmente, lo crítica que es la situación que se vive en algunos países o ciudades a causa de la falta o la mala calidad del agua que poseen.

- a) Interpreta y explica el esquema que te facilitamos. ¿De dónde obtienen el agua las personas que viven río abajo?
- b) Discute con tus compañeros lo que pasa con los seres vivos que habitan en el río cuando se vierten todo tipo de residuos. ¿Os parece justo? ¿Qué debería hacerse al respecto?

#### A.16. Comentario

Pretendemos que el alumnado se dé cuenta de que verter los residuos en los cursos de agua acarrea problemas a las personas que viven aguas abajo, pero también se perjudica a los seres vivos que viven dentro de los ríos,

lagos, etc. El alumnado generalmente entiende mejor y empatiza más con la situación de perjuicio a humanos que si los perjudicados son animales o plantas, pero, claro, aquí hay que recordarle que si se extinguen los animales detrás vamos nosotros, ya que nos los comemos a ellos. Es importante que

se intente potenciar en el alumnado una sensibilidad y preocupación por el estado del medioambiente. La actividad está planteada para que después de que se haya debatido en los diferentes grupos de trabajo se haga una puesta en común en gran grupo. Dependiendo de sus planteamientos, el profesor o profesora puede incluso sugerirles que elaboren un panel con las soluciones propuestas y lo expongan en los pasillos. No obstante, aún no se les ha hablado de la existencia de plantas de tratamiento de aguas residuales, ni de la

legislación sobre los lugares de vertido de aguas residuales.

### A.17. FUNCIONAMIENTO DE UNA POTABILIZADORA

En las plantas potabilizadoras se transforma el agua contaminada por bacterias, virus, contaminantes industriales, etc., dejándola apta para el consumo humano. El agua que sale por el grifo ha sufrido un proceso de potabilización para eliminar de ella los agentes perjudiciales para nuestra salud.

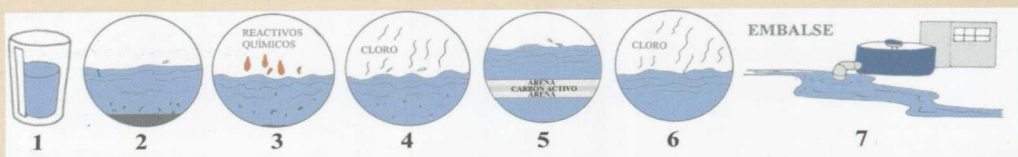
El proceso que se lleva a cabo consta de las siguientes fases:

- **CAPTACIÓN:** el agua se puede recoger directamente del río a través de unas rejillas que retienen las partículas sólidas más grandes que transportaba el agua del río.
  - **PRE-CLORACIÓN:** se añade cloro para destruir la materia orgánica que contiene.
  - **DESARENACIÓN:** se hace circular al agua lentamente por un canal, para que sedimente en el fondo toda la arena que contiene y aflore toda la grasa en la superficie del agua; posteriormente, se retiran ambas.
  - **ADICIÓN DE REACTIVOS QUÍMICOS Y FLOCULACIÓN** para eliminar los componentes insolubles que transporta el agua (mediante la formación de flóculos que sedimentarán).
  - **SEDIMENTACIÓN** de la materia floculada.
  - **CLARIFICACIÓN** del agua limpia, que sale por los canalitos superficiales.
  - **FILTRACIÓN** del agua; se la hace atravesar un filtro de carbono activo y gravas para eliminar los malos olores y sabores.
  - **OZONIZACIÓN:** Para la desinfección final del agua se utiliza ozono; no le da mal sabor; se hace sólo en algunas potabilizadoras, ya que es más caro que clorar.
- o (la desinfección del agua puede llevarse a cabo con cualquiera de los dos procesos)
- **POSTCLORACIÓN:** para desinfectar.

El agua ya es potable. Ahora es bombeada a las viviendas para su uso y consumo.

Observa y estudia el documento anterior sobre el funcionamiento de una potabilizadora para poder contestar a las preguntas siguientes:

- a) ¿De dónde proviene el agua que va a ser potabilizada?
- b) ¿En qué consiste el tratamiento de potabilización? Explica las etapas más importantes de este proceso. Ordena y nombra las representadas en los dibujos:



- c) Tras el tratamiento al que se somete el agua, ¿se obtiene agua potable?

### A.17. Comentario

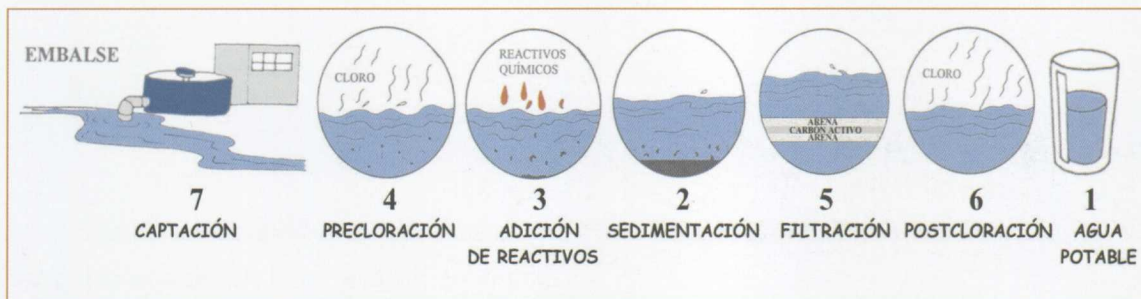
- a) El agua que va a ser potabilizada proviene de los lagos, ríos, embalses o acuíferos subterráneos.
- b) El tratamiento de potabilización es el que se le aplica al agua para obtener agua limpia y potable, que podamos consumir las personas, para lo cual debe estar libre de gérmenes y de sustancias tóxicas que puedan causarnos enfermedades.

Las etapas más importantes del proceso son:

- **Captación:** se recoge el agua que se va a tratar.
- **Precloración:** para desinfectar el agua, generalmente se añade cloro, que destruirá la materia orgánica que contenga el agua.

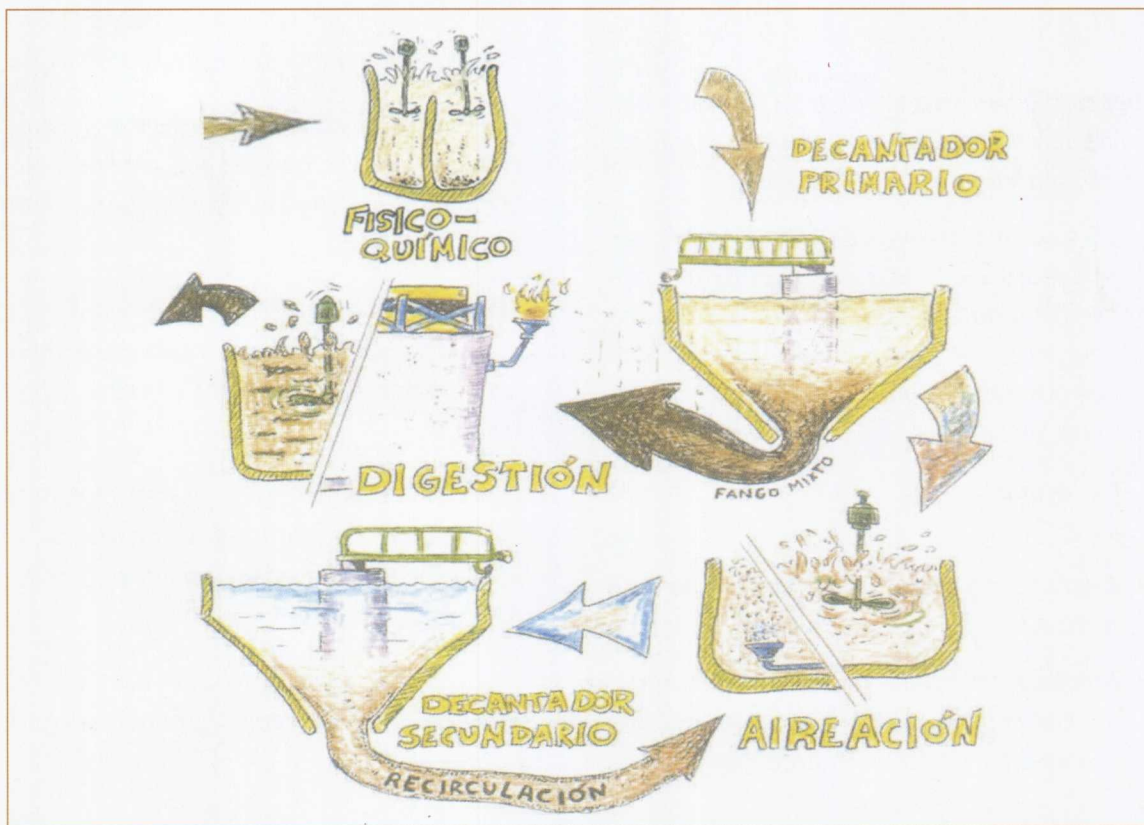
- **Desarenación:** se hace circular al agua lentamente para que sedimente la arena.
- **Adición de reactivos químicos y formación de flóculos:** para eliminar las partículas insolubles que lleve en suspensión el agua.
- **Filtración:** si se ha utilizado carbón activo en el filtro, el agua queda limpia de partículas; además, elimina malos olores y sabores.
- **Postcloración:** se desinfecta de nuevo el agua añadiendo cloro. Se puede realizar la desinfección utilizando otros desinfectantes como el ozono.

- c) Sí, tras el tratamiento suministrado al agua en la potabilizadora se obtiene agua potable.



El proceso que se lleva a cabo consta de las siguientes fases:

- **ENTRADA DE AGUAS Y DESBASTE O CRIBADO 1º:** se hace pasar el agua a través de rejillas y se separan los sólidos de gran tamaño.
- **ELEVACIÓN DEL AGUA:** mediante tornillos de Arquímedes.
- **CRIBADO 2º:** con rejillas cada vez más estrechas, para separar los sólidos más pequeños; posteriormente, los residuos se compactan y se tiran en contenedores.
- **DESARENACIÓN Y DESENGRASADO:** se retiran los restos de arena del fondo del canal y las grasas de la superficie del agua.
- **TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO:** mediante reactivos químicos, se fuerza la eliminación de materias en suspensión.
- **FLOCULACIÓN:** se forman flóculos de las sustancias contaminantes cuando reaccionan con los reactivos químicos, provocando la aglutinación de las partículas (flóculo). Los flóculos sedimentan en los decantadores.
- **DECANTACIÓN PRIMARIA:** se separan los flóculos sedimentados del resto del agua, que va quedando más limpia.
- **DIGESTIÓN:** proceso biológico en el que microorganismos aerobios (en presencia de oxígeno) digieren la materia orgánica que contiene el agua.
- **DECANTACIÓN SECUNDARIA:** separa el agua ya depurada. Los microorganismos presentes en el fango son devueltos a los depósitos de aireación. El agua ya está depurada y en condiciones de volver a los cursos naturales.
- **DESHIDRATACIÓN DE LOS FANGOS:** se someten a digestión biológica y se produce en el proceso gas metano.



Fuente: ¿Cómo funciona una depuradora de aguas residuales? Modificado de EGEVASA

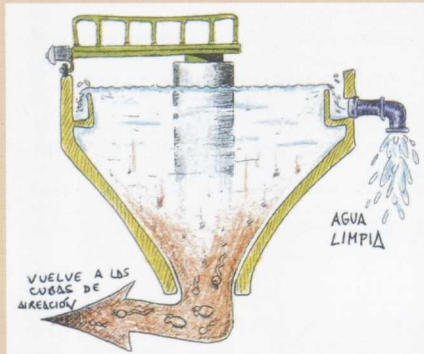
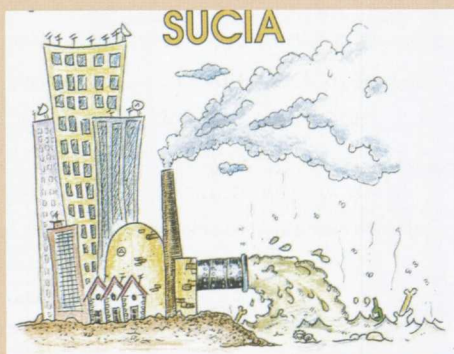
### A.18. LIMPIAR LO QUE ENSUCIAMOS. LAS DEPURADORAS

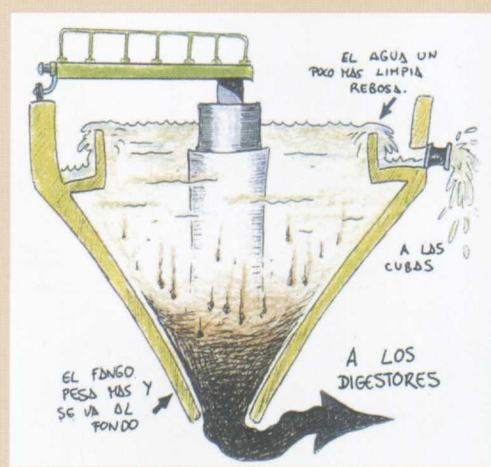
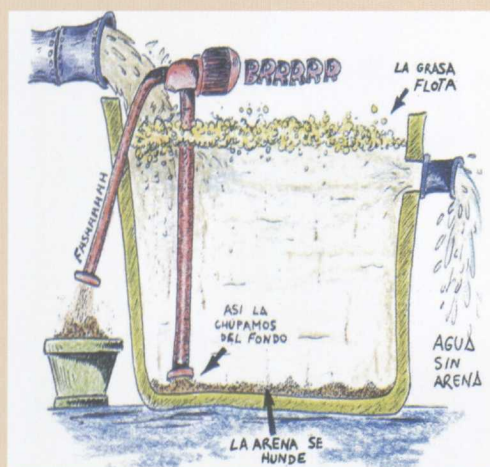
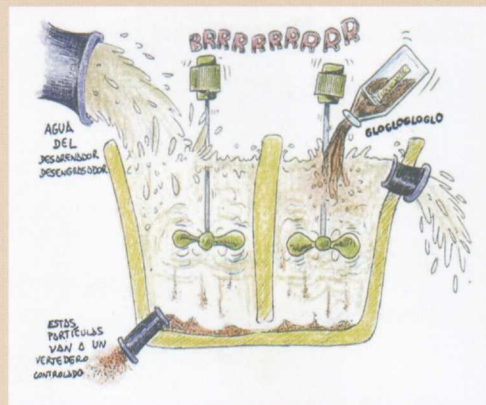
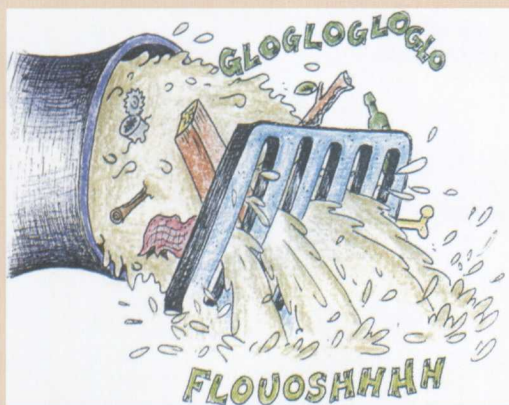
En las plantas depuradoras se transforman las aguas residuales en aguas no contamina-

das, para que al ser vertidas en los cursos naturales no alteren el equilibrio ecológico. Por desgracia, toda el agua ensuciada no se depura posteriormente.

Tras observar y estudiar el documento anterior sobre el funcionamiento de una depuradora (puedes ayudarte también de la proyección de la página [http://www.egevasa.es/base\\_fr.htm?ap=1](http://www.egevasa.es/base_fr.htm?ap=1)), responde a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el objeto de las depuradoras? ¿Qué se hace para conseguirlo?
- ¿De dónde proviene el agua que va a ser depurada?
- Ordena los dibujos suministrados según ocurren en el proceso de depuración.



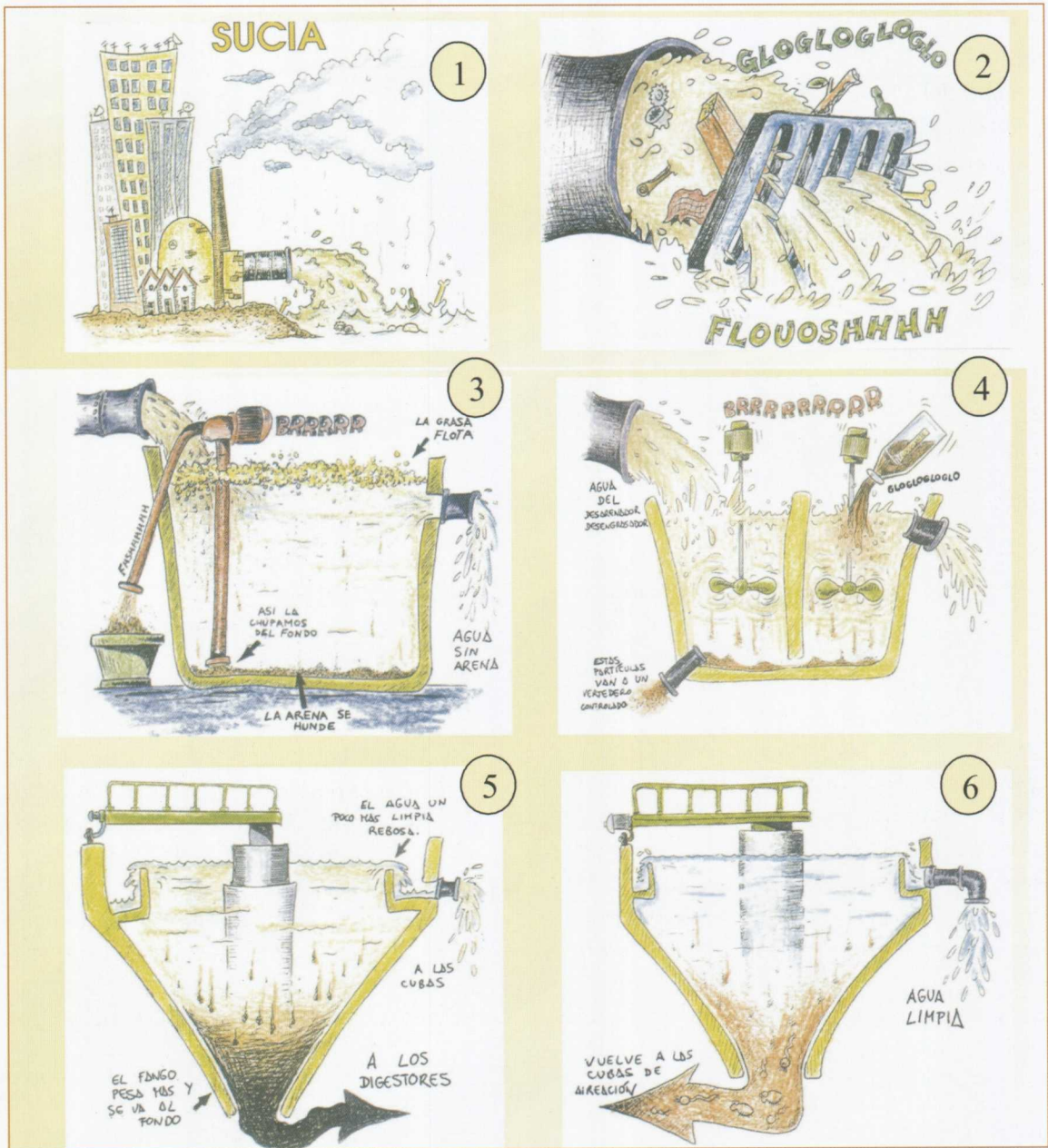


### A.18. Comentario

a) El objeto de las depuradoras es transformar las aguas residuales en aguas no contaminadas, para que al ser vertidas en los cursos naturales no alteren el equilibrio ecológico. Para conseguirlo, se limpia el agua, quitándole primero los sólidos de mayor tamaño, luego se le quita la arena y la grasa y, posteriormente, se le da un tratamiento físico-químico para eliminar las partículas insolubles que tiene el agua en suspensión. El agua, ahora algo más limpia pero con mucha materia orgánica, va a sufrir una digestión biológica mediante la acción de bacterias aeróbicas, tras la cual el agua está depurada, pero no ha sido

desinfectada, por lo que contiene bacterias, virus y puede que otras sustancias tóxicas para las personas.

b) El agua que va a ser depurada es agua residual, puede provenir de diferentes lugares; una parte se ha producido en el uso doméstico, pero en las alcantarillas ésta se junta con el agua de lluvia, que no está limpia, pues, especialmente si es torrencial, lava las calles. Otras aguas residuales se producen en industrias; en este caso, las dejan, además de sucias, contaminadas por sustancias químicas o metales pesados. Estas últimas aguas se limpian en depuradoras especiales que les dan un tratamiento para quitarle los contaminantes.



### A.19. LA IMPORTANCIA DE LAS DEPURADORAS Y POTABILIZADORAS

Aunque se generen algunas sustancias tóxicas tanto en depuradoras como en

potabilizadoras, no podemos decir que no sean necesarias. En lugares donde no tienen este tipo de plantas, es habitual que la población padezca diversos tipos de enfermedades contraídas a causa del mal estado del agua.

Justifica la importancia de las depuradoras y potabilizadoras. ¿Podríamos prescindir de ellas?

#### A.19. Comentario

El objetivo es constatar la labor positiva que realizan depuradoras y potabilizadoras, ya

que con algunas de las actividades anteriores el alumnado podría pensar que no son demasiado necesarias; pero, a pesar de las noticias trabajadas, no podemos dejar de

valorar como fundamental el que el agua se depure y se potabilice. Si comparamos la calidad del agua potable actual con la que se utilizaba hace seis siglos, llegaremos a la conclusión de que somos unos privilegiados. Y si la comparación la hacemos con ciudades de países tercermundistas (por ejemplo de Etiopía), nos daremos cuenta de que nuestra agua es una maravilla.

No obstante, debemos ser minuciosos y, puesto que nuestra tecnología nos avala, mejorar nuestros sistemas para conseguir un riesgo mínimo. No importa que el agua se encarezca:

nuestra salud va en ello. Resulta más caro tener que consumir aguas envasadas.

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

### A.A.4. AFIANZAR EL CICLO INTEGRAL DEL AGUA

Para reforzar tus conocimientos acerca del ciclo del agua, puedes ver el multimedia que se encuentra en la página de Internet:

[www.egevasa.es/base\\_fr.htm?ap=1](http://www.egevasa.es/base_fr.htm?ap=1).

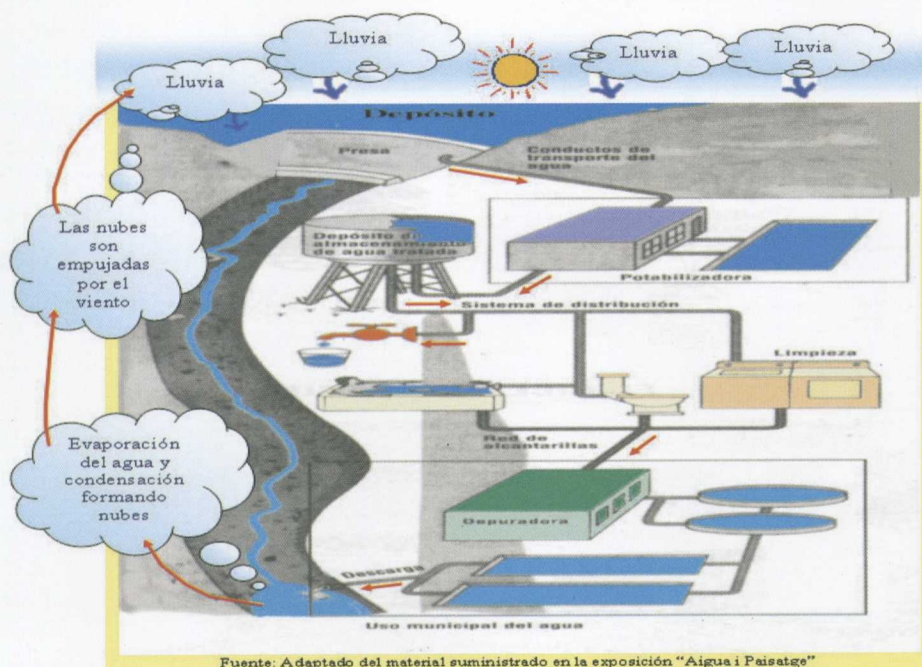
Ya conoces los dos ciclos del agua, el humano y el natural, ¿podrías esquematizar el recorrido que haría una gota desde que entra por un grifo de tu casa hasta que vuelve a entrar por segunda vez?

#### A.A.4. Comentario

Esta actividad, en la cual se formulan preguntas sobre aquellos aspectos incongruentes, se ha trabajado en grupos y posteriormente se ha recogido el trabajo realizado para su corrección. También se pueden dibujar en la pizarra los itinerarios y que el alumnado razone su coherencia. Hay muchos itinerarios posibles; adjuntamos a continuación uno de los muchos que hay. El alumnado ha resuelto la actividad realizando dibujos esquemáticos o simplemente escribiendo los pasos y

uniéndolos con flechas, para dejar clara la secuencia realizada.

Parece una actividad fácil, pero al alumnado, por lo general, le cuesta llevarla a cabo. Debe imaginarse el recorrido, que tiene que conocer previamente. Además, la elaboración de esquemas les suele resultar difícil. En el caso de que al trabajar esta actividad se produzcan situaciones que al alumnado le resulte especialmente difícil realizar, se le podría suministrar el esquema adjunto para que buscara en él el recorrido y elaborase después su esquema. También se le podrían plantear otras actividades nuevas de refuerzo.



### A.A.5. TRATAMIENTOS DE DEPURACIÓN COMPLEMENTARIOS

Para mejorar la calidad de las aguas depuradas de manera que se puedan reutilizar, sin

llegar a convertirlas en potables, se pueden aplicar distintos tratamientos complementarios, por ejemplo:

- **Cuando hay sólidos en suspensión y turbidez:** Procesos de filtración convencional en medio poroso. Microfiltración con membranas.
- **Para evitar los microorganismos patógenos:** Desinfección por medios físicos (radiación ultravioleta, microfiltración, ultrafiltración). Desinfección por oxidantes químicos (cloro y derivados, ozono). Desinfección por lagunaje.
- **Ante la presencia de metales pesados:** Precipitación química.
- **Para combatir los compuestos de fósforo:** Precipitación química. Eliminación biológica.
- **Ante la presencia de compuestos nitrogenados:** Eliminación biológica.
- **Para eliminar los tóxicos orgánicos:** Adsorción. Ultrafiltración.
- **Ante las sales disueltas:** Ósmosis inversa. Intercambio iónico.

El grado de contaminación del agua residual bruta es determinante para diseñar el proceso de tratamiento, que será más complejo y costoso cuantos más contaminantes haya que eliminar. En consecuencia, es importante evitar vertidos residuales a la red que no tengan las características de urbanos, por ejemplo, industriales, y que puedan aportar componentes tóxicos, como metales pesados,

aceites industriales, etc., para que la depuración hasta condiciones de reutilización sea económicamente viable.

Uno de los principales problemas que hay que resolver es la desinfección del agua; observad los diferentes métodos y los aspectos positivos y negativos que conlleva su utilización:

MÉTODO	ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS
Agentes químicos: Cloro	Barato, fácil de aplicar, mantiene la actividad (cloro activo).	Genera subproductos altamente tóxicos.
Ozono	Muy eficaz, sobre todo para bacterias.	Caro, debe generarse <i>in situ</i> , reacciona fácilmente con las sustancias presentes.
Agentes físicos: Radiaciones UV	Barato, fácil de aplicar.	Se requiere ausencia de sólidos en suspensión, en caso contrario se produce reactivación de microorganismos.
Medios mecánicos: Membranas	Eliminación total de microorganismos, eliminación de otros contaminantes.	Técnicas en desarrollo, ensuciamiento de membranas.



En España, que no tiene en estos momentos una normativa de reutilización, se ha elaborado un borrador de decreto que presumiblemente puede ser incluido en la legislación que regule la nueva ley de aguas. En el mismo se establecen 14 posibles usos para el agua regenerada:

1. Usos domiciliarios, riego de jardines privados, descarga de aparatos sanitarios, sistemas de calefacción y refrigeración de aire domésticos, lavado de vehículos.
2. Usos y servicios urbanos, riego de zonas verdes de acceso público (campos deportivos, campos de golf, parques públicos, etc.), baldeo de calles, sistemas contra incendios, fuentes y láminas ornamentales.
3. Cultivos de invernadero.
4. Riego de cultivos para consumo en crudo. Frutales regados por aspersión.
5. Riego de pastos para consumo de animales productores de leche o carne.
6. Riego de cultivos destinados a industrias conserveras y productos que no se consuman crudos, riego de frutales excepto por aspersión.
7. Riego de cultivos industriales, viveros, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas.
8. Riego de bosques, industria maderera, zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público.
9. Refrigeración industrial, excepto industria alimentaria.
10. Estanques, masas de agua y caudales circulantes de uso recreativo en las que está permitido el contacto del público con el agua (excepto baño).
11. Estanques, masas de agua y caudales circulantes ornamentales en los que está impedido el contacto del público con el agua.
12. Acuicultura (biomasa vegetal o animal).
13. Recarga de acuíferos por precolación localizada a través del terreno.
14. Recarga de acuíferos por inyección directa.

Criterios de calidad biológica, Escherichia coli:

- 0 ufc/100 ml para uso domiciliario (1) y recarga directa de acuíferos (14)
- < 200 ufc/100 ml para usos 2, 3, 4 y 10
- < 1000 ufc/100 ml para usos 5, 6, 12 y 13
- < 10000 ufc/100 ml para usos 7 y 9
- Sin límite para 8 y 11

Discute con tu grupo el método que elegiríais para desinfectar el agua en las plantas depuradoras. Justificad vuestra respuesta.

Según el criterio de calidad aportado por la cantidad de coliformes fecales presentes en el agua depurada, el 97% de ésta únicamente se podría emplear en los usos 8 y 11. ¿Qué opináis acerca del grado de reutilización de las aguas depuradas en plantas depuradoras?

En una planta que trata de potabilizar el agua, ¿qué método de desinfección elegiríais?

### A.A.5. Comentario

*Lo más interesante de esta actividad es el debate que se puede generar. Facilitamos a continuación una posible respuesta: El método de desinfección elegido dependerá del uso posterior que se le quiera dar al agua, ya que ese uso dependerá de la concentración de microorganismos que ésta posea. Quizás el ozono es el mejor desinfectante, pues, aunque reaccione fácilmente con las sustancias presentes, no produce subproductos altamente tóxicos. La utilización de membranas es el más efectivo, pero genera residuos, pues ensucia las membranas y aún es más caro que el ozono.*

*El grado de reutilización es bajísimo, lo normal es que en las depuradoras no se desinfecte el agua y, como ya hemos dicho, ésta contiene bacterias y virus que pueden trans-*

*mitirnos enfermedades si se usa para actividades en las que entre en contacto con personas o con alimentos.*

*En una planta potabilizadora pensamos que el método más adecuado para la desinfección del agua es la utilización de ozono o de membranas. Quizás más adelante este último método adquiera mayor auge, pero, hoy por hoy, está en desarrollo.*

### A.A.6. Visita a una planta potabilizadora o depuradora

La visita a la planta de tratamientos del agua será guiada, y se aprovechará para comprobar lo trabajado en el aula. Para ello se propone lo siguiente:

Imagina que eres periodista. Vas a elaborar un artículo para el periódico en el que trabajas y necesitas fotos que ilustren las explicaciones de tu noticia, por ello debes llevar una cámara de fotos.

Piensa en lo que te interesaría saber acerca de las potabilizadoras o depuradoras y elabora un listado de preguntas para formularlas a la persona experta que guíe tu visita. Lleva un cuaderno y un bolígrafo para poder anotar las respuestas a tus preguntas. También puedes hacer un vídeo y grabar la entrevista. Si hay personas en tu clase que no pueden ir, tú puedes ser portador de sus inquietudes y plantearlas a quien corresponda.

Esta actividad podría hacerse en grupos de trabajo si así se desea.

Preparación de la salida: Debate para concretar los objetivos de la visita, las preguntas que se van a formular, las fotos que se van a tomar, etc.

Informe de la salida: confección de un mural explicativo, entre todos los asistentes, para mostrar en el centro docente, fuera del aula.

### A.A.6. Comentario

*La solución propuesta para esta actividad es una de las muchas que se podrían dar, pues dependiendo del alumnado surgirán diferentes inquietudes. En primer lugar, es importante que se prepare la visita en clase (en nuestro ejemplo, la Potabilizadora de Manises), de este modo se fomenta el interés y se crean obligaciones, puesto que todo lo que averigüen, al menos lo más importante, deberán plasmarlo en el panel que posteriormente se elaborará. Si hay varios grupos de clase participando en la visita, se puede*

*repartir el proceso de potabilización, de manera que cada grupo se ocupe sólo de una parte del mismo. Es muy interesante la elaboración de paneles porque obliga al alumnado a hacer síntesis (algo que generalmente le resulta difícil). En los paneles deben poner sólo lo más importante y de forma atractiva y clara para que los que pasen por el pasillo sientan curiosidad y se paren a observarlos e incluso a leerlos.*

*Expondremos la solución propuesta desglosada en: a) Preparación de la visita, b) Elaboración de paneles e investigación, por parte*

del alumnado que no pueda asistir a la visita, de aquellos aspectos que hayan quedado sin respuesta.

a) Adjuntamos aquí algunos de los interrogantes que podrían haber sido propuestos por el alumnado antes de realizar la visita. Incluso puede que sugieran preguntas relacionadas con el proceso de depuración del agua realizado en depuradoras; así se podrán contrastar ambos procesos en la investigación. Algunos ejemplos podrían ser:

1. ¿El agua procedente de regar los cultivos va a la misma depuradora que la que procede del uso doméstico?
2. ¿Qué sustancias añaden al agua para potabilizarla?
3. ¿Cómo actúa el cloro sobre la materia orgánica?
4. ¿En qué momentos del proceso se suministra el cloro?
5. ¿Cuánta agua pasa por la potabilizadora en 24 horas?
6. ¿Qué área cubre o qué localidades se abastecen con el agua que potabiliza?
7. ¿Por qué no se potabiliza casi nunca el agua del Turia y se utiliza la del Júcar?
8. ¿Qué demanda diaria de agua hay en la zona abastecida?
9. ¿En el proceso de potabilización se puede sustituir el cloro por otro desinfectante?
10. ¿Qué diferencia de precio hay en la sustitución de cloro por ozono?
11. ¿Por qué hay que echar el permanganato potásico en el río 50 km antes de la captación del agua por la potabilizadora?
12. ¿Qué cantidad de cloro hay que echar en el agua para potabilizarla?

13. Sustituyendo el cloro por otro desinfectante, si ello es posible, ¿evitaríamos los trihalometanos?
14. ¿Qué interpretación se da cuando aparecen bacterias en el agua?
15. ¿Qué se interpreta por desinfectar el agua?

b) Se adjuntan a modo de ejemplo algunas respuestas a los interrogantes planteados antes de realizar la visita a la potabilizadora, que podrían haber sido elaboradas por el alumnado con la información que se les hubiese facilitado en la visita.

1. ¿El agua procedente de regar los cultivos va a la misma depuradora que la que procede del uso doméstico? Va a la misma depuradora pero raramente recibe el mismo tratamiento, ya que el agua potable (apta para el consumo humano) debe estar exenta de sales; pero las aguas para la industria y agricultura no suelen requerir tanta pureza.
2. ¿Qué sustancias añaden al agua para potabilizarla? Normalmente utilizan cloro, ya que el ozono sale más caro; además, el cloro rinde más.
3. ¿Cómo actúa el cloro sobre la materia orgánica? Cuando añadimos el cloro desinfectamos el agua y se eliminan las bacterias, virus..., pero no eliminamos las sustancias químicas que pudiese haber. Después de pasar por el desarenador, se le añade el cloro que, además de lo anterior, va a impedir la formación de algas y va a facilitar la siguiente operación, que es la decantación. Las bacterias y residuos que se eliminan van a los decantadores porque antes se le han añadido productos químicos para atraerlos

y que aumenten de tamaño. En el fondo de los decantadores se depositan los residuos y se inicia el proceso de floculación; después, los lodos se recogen mediante unas rasquetas giratorias, luego se extraen y se eliminan.

4. ¿En qué momentos del proceso se suministra el cloro? Primero, en la precloración, tras pasar por las rejillas y el desarenador; después de filtrar el agua se vuelve a clorar se hace en la tubería de salida de la planta.
5. ¿Cuánta agua pasa por la potabilizadora en 24 horas? La cantidad de agua que se deriva es de  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , y en el caso de llegar más es devuelta al cauce natural de donde se ha captado. Para saber la cantidad total de agua que pasa por la potabilizadora, se multiplica  $1,5$  por  $3.600 \text{ s}$  por  $24$  y se obtienen  $129.600 \text{ m}^3$ .
6. ¿Qué área cubre o qué localidades se abastecen con el agua que potabiliza? En ella se potabiliza el agua de Valencia y pueblos de alrededor, localidades cercanas a la población de la Presa, Ribarroja, Villamarchante...
7. ¿Por qué no se potabiliza casi nunca el agua del Turia y se utiliza la del Júcar? El agua no se coge del Turia porque no tiene tanto caudal, ni tanta calidad. El agua del Turia se utiliza para regadío.
8. ¿Qué demanda diaria de agua hay en la zona abastecida? Se recogen  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$  y según la demanda, que en verano, por ejemplo, aumenta debido al turismo y al calor.

*Finalizado el trabajo se pueden exponer conjuntamente todos los paneles; de este modo se favorece la idea de trabajo colectivo.*

*Antes de elaborar el panel, se le puede pedir a cada uno de los grupos implicados en la actividad un diseño de cómo piensan hacer el panel y qué contenidos incluirá. Así se obligan a concretar la información de las partes que les corresponda trabajar en el panel y cómo las distribuirán en la cartulina. Por otro lado, se favorece que lleguen a un consenso, pues puede haber diferentes opiniones.*

## Actividades de procedimiento

### A.P.4. PRÁCTICA DE LABORATORIO: AUTODEPURACIÓN DEL AGUA

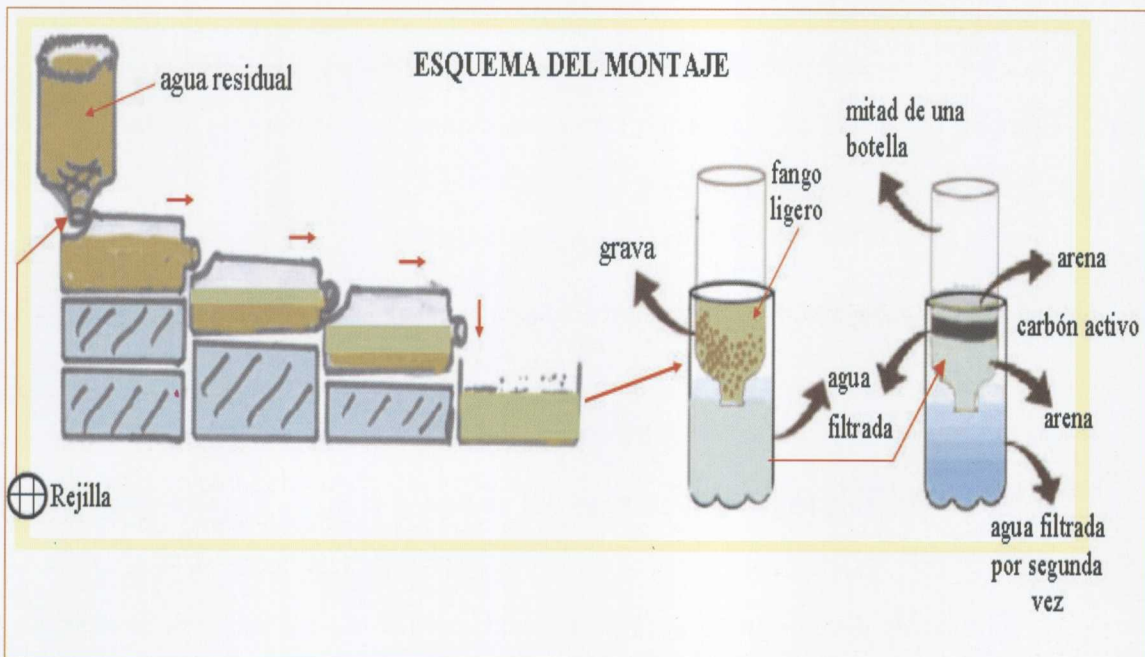
Con esta práctica se pretende que recuerdes el significado de los conceptos depuración, filtración, agua potable, contaminación y ciclo humano del agua. Entre todo el grupo vais a elaborar una maqueta que permita comprender parte de los procesos que se producen en la autodepuración del agua. A continuación responderéis a una serie de preguntas relacionadas con ella.

#### Materiales

La mayoría de los materiales propuestos para la realización de esta práctica se reutilizan.

- 1 kg de arena lavada o de playa.
- 1 kg de barro o arcilla.
- 1 kg de grava o piedra fina.
- 1 caja de filtros de café medianos.
- 300500 g de carbón activo.
- 8 litros de agua.
- $50 \text{ cm}^3$  de aceite.
- $5-10 \text{ cm}^3$  de lejía.

- Diversos tipos de colorantes.
- Cola plástica.
- Varias hojas de periódico.
- Recortes de papel, cartón, plástico y hojas secas.
- Pajitas.
- Clips.
- 4 cajas de cartón de diversos tamaños.
- 1 recipiente de plástico cuadrado.
- 2 botellas de 1 litro.
- 5 botellas de 8 litros.
- 1 cuchillo o unas tijeras.
- 1 vaporizador.
- 1 rollo de cinta adhesiva.
- Papel absorbente de cocina.



### Procedimiento

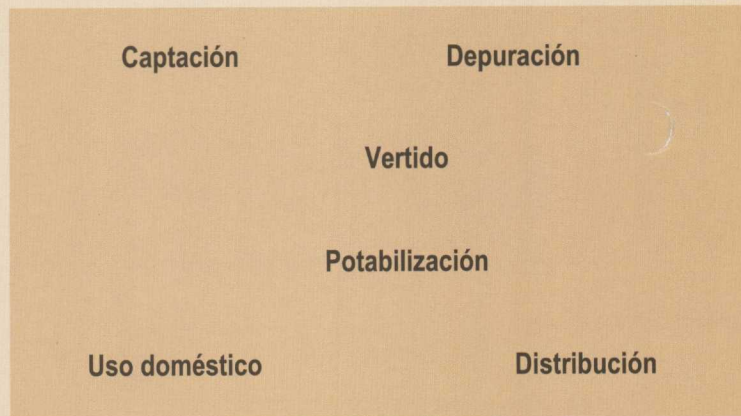
Después de realizar el montaje, tal y como indica el esquema que os hemos facilitado, echa agua residual en la media botella que hace el papel de embudo, y que gracias a la rejilla que se le ha acoplado permite separar los sólidos más voluminosos. Vierte lentamente el agua residual para que no se desborde, descansa de vez en cuando para que al menos a una parte de los residuos más densos le dé tiempo a sedimentar. El líquido recogido en la última cubeta gracias a la fuerza de gravedad está algo más limpio que

el original, sólo ha pasado la parte superficial de las cubetas, y el líquido más sucio ha quedado en la parte inferior.

Somete el agua de la última cubeta a un primer filtrado, como indica el esquema adjunto, y el agua obtenida la viertes en el segundo montaje para que sea doblemente filtrada con arena y el carbón activo. De esta forma, ¿qué tipo de agua habrás obtenido? ¿Por qué?

Para conseguir una mayor comprensión de los procesos, responde a las preguntas que te planteamos a continuación.

- a) ¿Qué ocurre antes y después de la depuración artificial del agua? Para responder, une con flechas las palabras del cuadro, según la secuencia que tiene lugar en el ciclo humano del agua.



- b) Escribe V o F junto a cada una de las siguientes afirmaciones, según sean ciertas o falsas.
- Las depuradoras pueden permitir el reciclaje de las aguas.
  - El agua depurada, resultado de nuestra práctica, se puede beber sin ningún peligro para la salud.
  - La depuración no provoca efectos secundarios nocivos.
  - En la naturaleza no hay ningún modo en que se depure el agua sin la intervención de las personas.
  - El proceso de depuración de agua tiene como objetivo la purificación de la misma, separando o eliminando todas las materias nocivas que contenía antes de depurarla.
  - El desbaste es la simple retención mecánica de los objetos voluminosos.

- c) Ordena cronológicamente las siguientes fases del proceso de la depuración:

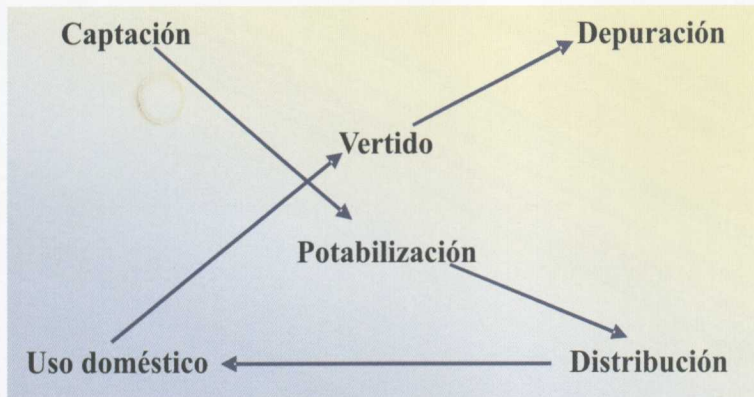
Tratamiento físico-químico.  
Deshidratación de los fangos.  
Decantación secundaria.  
Floculación.  
Cribado 2.º.  
Elevación del agua.  
Digestión.  
Entrada de aguas y desbaste o cribado 1.º  
Decantación primaria.  
Desarenación y desengrasado.

**A.P.4. Comentario**

Esta actividad es interesante, sobre todo si el grupo de clase parece que no acaba de

tener asimilados los conceptos trabajados, y también es muy conveniente llevarla a cabo si el grupo con el que trabajamos es de 1º o 2º de ESO.

a)



b) Escribe V o F junto a cada una de las siguientes afirmaciones según sean ciertas o falsas.

(V) Las depuradoras pueden permitir el reciclaje de las aguas.

(F) El agua depurada, resultado de nuestra práctica, se puede beber sin ningún peligro para la salud.

(F) La depuración no provoca efectos nocivos secundarios.

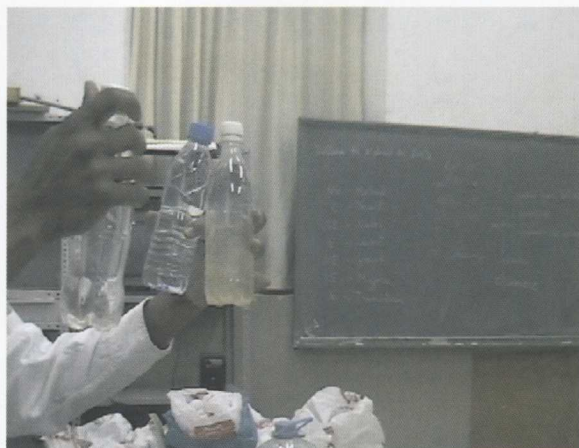
(F) En la naturaleza no existe ningún modo en que se depure el agua sin la intervención de las personas.

(F) El proceso de depuración de agua tiene como objetivo la purificación de la misma, separando o eliminando todas las materias nocivas que contenía antes de depurarla.

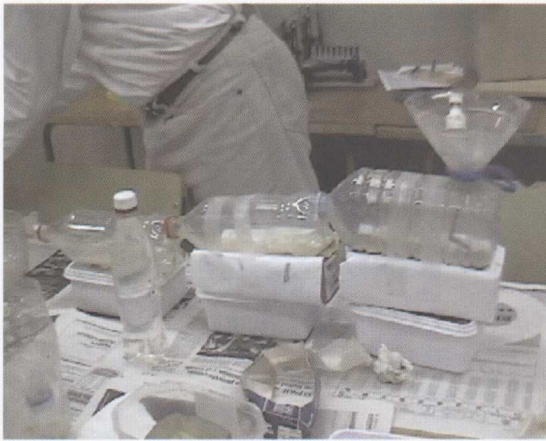
(V) El desbaste es la simple retención mecánica de los objetos voluminosos.

c) Ordena cronológicamente las siguientes fases del proceso de la depuración:

- Tratamiento físico-químico. (5)
- Deshidratación de los fangos. (10)
- Decantación secundaria. (9)
- Floculación. (6)
- Cribado 2º. (3)
- Elevación del agua. (2)
- Digestión. (8)
- Entrada de aguas y desbaste o cribado 1º. (1)
- Decantación primaria. (7)
- Desarenación y desengrasado. (4)



Explicación de la procedencia de tipos de agua



Vista en detalle de la maqueta



Unas manos finas preparando el filtro

## VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE UN CURSO FLUVIAL

### A.P.5. ELECCIÓN Y SITUACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Vamos a investigar la calidad del agua de algunos tramos de un curso fluvial. Comenzamos situando en un mapa los puntos de

muestreo elegidos; es interesante que sea un mapa topográfico del Servicio Geográfico del Ejército (SGE), a escala 1:50.000 o 1:25.000, pues permitirá que podamos obtener sus **coordenadas geográficas (UTM)**. Un dato importante que podemos conseguir es la altitud a la que se encuentran los puntos muestreados. Ésta coincide con la intersección de la UTM con la curva de nivel correspondiente (ya sabes que las curvas de nivel son líneas curvas cerradas, cuyos puntos se encuentran todos a una misma altitud).





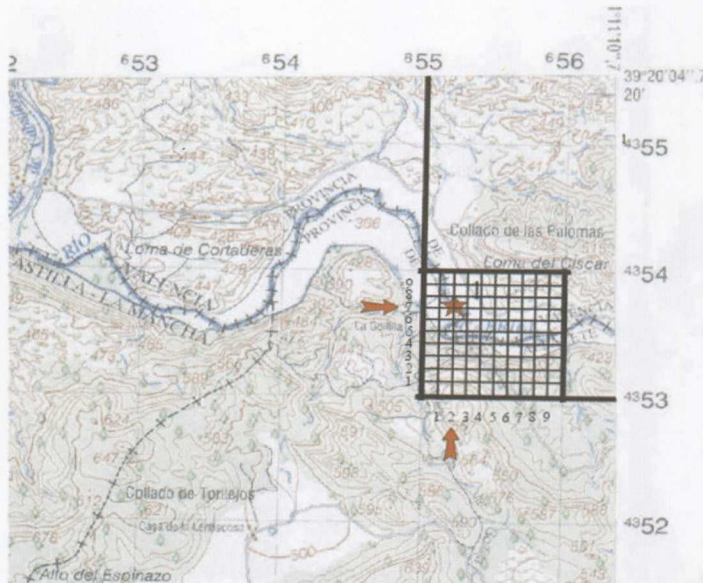
Para encontrar la UTM de un punto (1) debes fijarte en el valor de las líneas de la cuadrícula del mapa, concretamente en aquellas que están más próximas a la izquierda (2) y abajo (3), respectivamente al punto de muestreo; éstas te facilitan dos valores: por un lado, el de la "longitud" (2) del punto, que está ubicado en la parte superior o inferior del mapa, y, por otra, la de la "latitud" (3), valor situado a la izquierda o derecha de dicho mapa. Para obtener la UTM con una aproximación de 100 m, utilizaremos una cuadrícula suplementaria que consiste en dividir cada lado del cuadrado de kilómetro en 10 partes y situar nuestro punto en la nueva cuadrícula.

Sólo nos faltará la designación de la zona y ésta se puede leer en la tabla que adjuntamos y que habitualmente proporciona el SGE en todos sus mapas.

La UTM buscada estará compuesta por:

- Designación de la zona: 30 S
- Identificación del cuadrado de 100 km: XJ
- Valor de la longitud del punto que estamos situando: 552
- Valor de la latitud de nuestro punto: 537

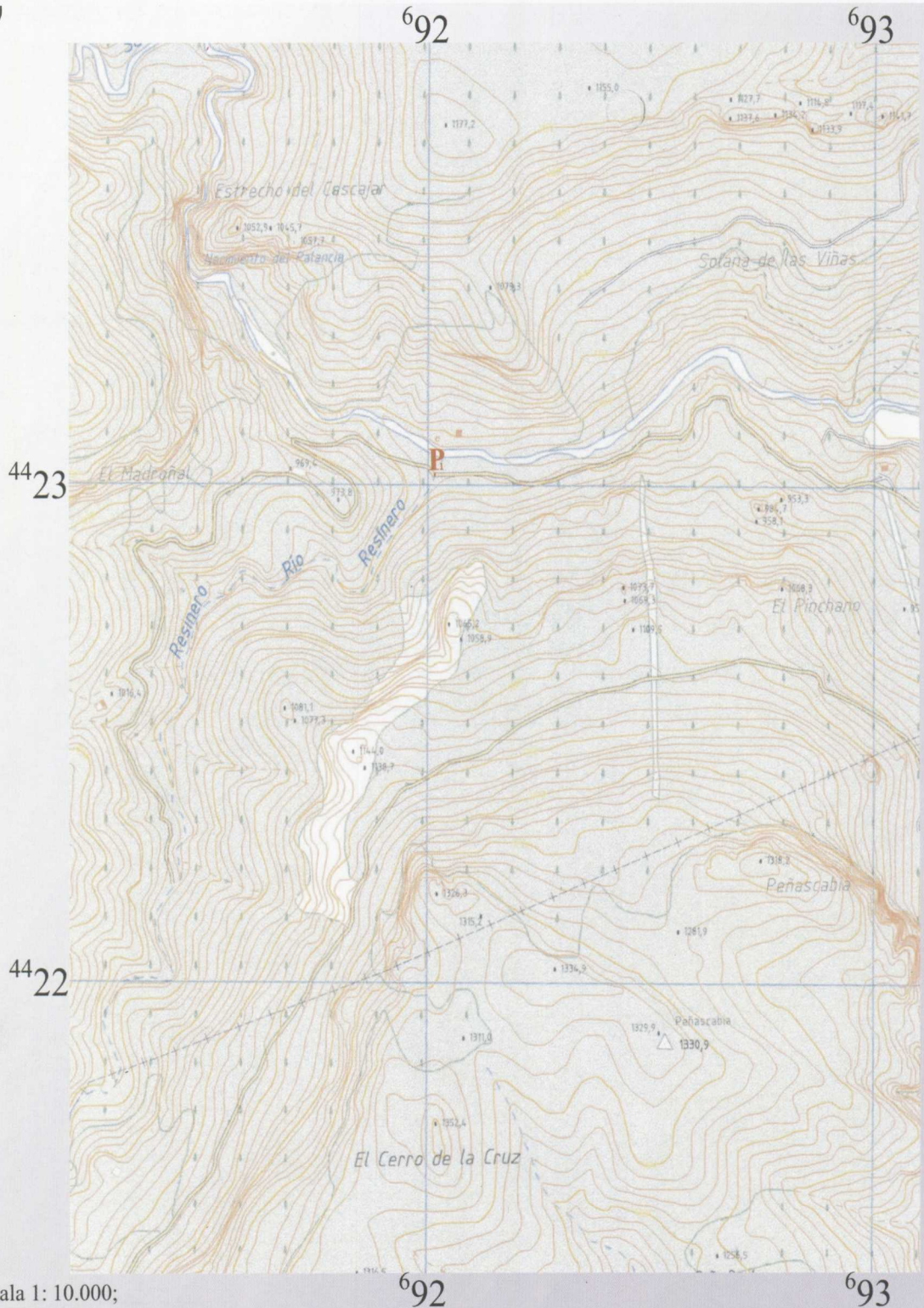
Uniendo todo tenemos las coordenadas buscadas: **30S XJ 552 537**



CASAS-IBÁÑEZ		26 - 29 (744)	
<b>DESIGNACIÓN DE LA ZONA</b> <b>30 S</b>	<b>EJEMPLO DE DESIGNACIÓN DE UN PUNTO</b> <b>CON APROXIMACIÓN DE 100 METROS</b>		
Identificación del cuadrado de 100 Km.  <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 24px; font-weight: bold;">X J</span> </div>	<b>NOMBRE DEL PUNTO</b> ▲ <b>CEJA</b>		
	1. Búsqese la barra vertical más próxima a la izquierda del punto y léanse los números grandes que la rotulan. Estímese, en décimas partes del intervalo de la cuadrícula, la distancia de la barra al punto.	44	5
	2. Búsqese la barra horizontal más próxima por debajo del punto y léanse los números grandes que la rotulan. Estímese, en décimas partes del intervalo de la cuadrícula, la distancia de la barra al punto.	47	6
	<b>DESIGNACIÓN DEL PUNTO</b>	445 476	
Las cifras pequeñas del recuadro se utilizan para el cálculo. Úsense sólo los números grandes.	Antepónganse las letras que designan el cuadrado de los 100 Km. si hay incertidumbre en su determinación.	XJ445476	
	Antepóngase la designación de la Zona, si hay incertidumbre en su determinación.	30SXJ445476	

- a) Como ejemplo, te proponemos que encuentres la altitud del punto  $P_1$  ubicado en el barranco Resinero, señalado en el fragmento de mapa que te suministramos con "P<sub>1</sub>".
- b) Encuentra las coordenadas UTM de "P<sub>1</sub>".

a)



Escala 1: 10.000;  
Equidistancia = 10 m  
Designación de la zona: 30 S  
Identificación del cuadrado de 100 Km: XK

Mapa topográfico correspondiente al Río Resinero

### A.P.5. Comentario

- a) La altitud del punto P1 es de aproximadamente 885 metros.
- b) Las coordenadas UTM del punto P1 son 30S XK 920 230.

### A.P.6. VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE UN RÍO MEDIANTE EL USO DE BIOINDICADORES

Según la Directiva Marco Europea del Agua, se llama **estado ecológico** a la "expresión de la calidad de la estructura y del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales". La directiva se propone como objetivo temporal llegar a un buen estado ecológico de los ríos antes del año 2015.

El concepto de calidad del agua es relativo, pues depende de sus características, que indican su idoneidad para ciertos usos, es decir, el agua que vaya a utilizarse para regar no tiene por qué tener la misma calidad que la que va a destinarse al consumo humano.

**¿Cómo podemos averiguar la calidad del agua de un río, lago, etc.?** Para averiguar la calidad se emplean métodos basados en la determinación de **parámetros físicoquímicos** y biológicos, como pueden ser los **invertebrados**.

La determinación de los invertebrados presentes en el agua también nos informa de su calidad, puesto que los hay que son sensi-

bles a la contaminación y por ello sólo los encontraremos en lugares donde la calidad del agua sea buena; son los llamados **intolerantes**. Por otro lado, los invertebrados que aceptan determinados niveles de contaminación se denominan **tolerantes**. A todos ellos se los conoce como **bioindicadores**.

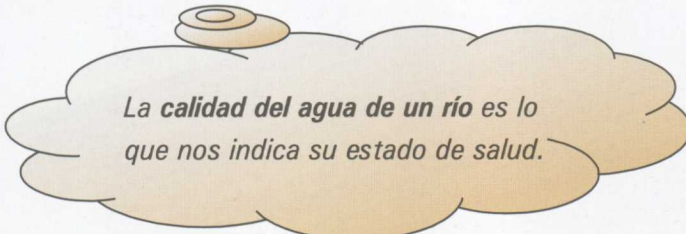
### MUESTREO DE INVERTEBRADOS

Para saber qué invertebrados están presentes en una zona determinada de un curso fluvial, se realiza un muestreo. Su objetivo es obtener un listado completo de las familias existentes en el punto seleccionado al que se denomina **riqueza faunística**. Para ello reco-

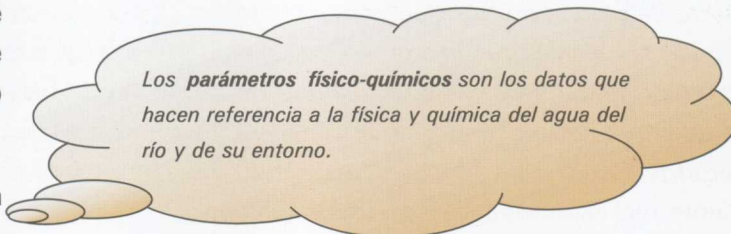
geremos los invertebrados existentes en los diferentes **microhábitats**, es decir, cada uno de los espacios diferenciados que encontramos en una zona determinada.

Existen diferentes **herramientas** para la recolección de los invertebrados acuáticos, pero, por lo general, son caras y difíciles de conseguir. En los estudios de aproxima-

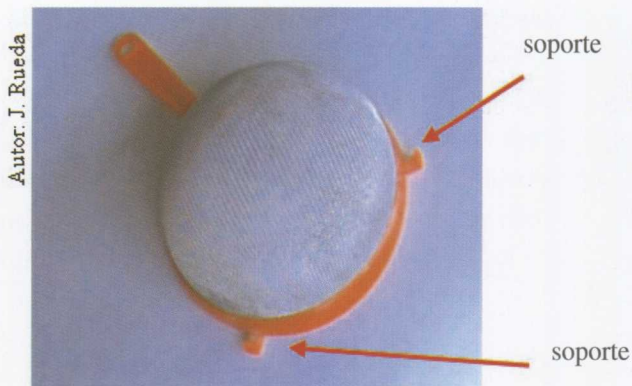
ción, como es el que nos ocupa, nos bastará con un sencillo colador de cocina de 19,5 cm de diámetro, modificado tal y como muestran las fotografías para que los soportes no se enganchen con la vegetación acuática.



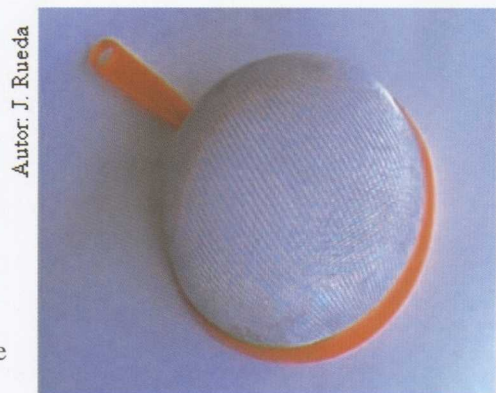
*La calidad del agua de un río es lo que nos indica su estado de salud.*



*Los **parámetros físico-químicos** son los datos que hacen referencia a la física y química del agua del río y de su entorno.*



Colador con soportes laterales



Colador sin soportes laterales

Se puede alargar el mango acoplándole un palo de escoba para facilitar los muestreos en lugares inaccesibles. En este colador el agua entra y sale por los agujeros de la malla,

pero los organismos quedarán retenidos en ella y los iremos depositando en una bandeja de color blanco que tenga un poco de agua del mismo río.



Coleóptero retenido en la malla



Bandeja con los organismos

Al muestrear colocaremos el colador a contracorriente, levantaremos y lavaremos las piedras delante de él de tal forma que los organismos existentes queden retenidos en la malla. Esta operación la repetiremos tanto en la vegetación acuática como en los diferentes sustratos observados, hasta que no aparezcan organismos distintos a los ya recogidos. En las zonas donde no hay corriente realizaremos todas esas operaciones en la bandeja.

río. Para facilitártela, hemos confeccionado una clave dicotómica (Anexo I) en la que se encuentra la mayoría de los organismos que vive en aguas dulces, y se han destacado los que son bioindicadores (Anexos I y II). También puedes utilizar el Anexo III, que contiene las fichas específicas de los bioindicadores con sus correspondientes fotos en color para posibilitarte su reconocimiento.

### DETERMINACIÓN DE LOS INVERTEBRADOS

La identificación de los invertebrados acuáticos constituye una parte importante de la labor de estudio de la calidad biológica de un

Ahora, con la ayuda de una lupa binocular, o en su defecto de una lupa de mano y unas pinzas, observarás e identificarás todos los organismos a partir de la aplicación de la clave dicotómica de determinación de invertebrados y las fichas de bioindicadores. Conforme los vayas identificando, anota sus nombres para la posterior valoración de la calidad del agua.

## VALORACIÓN DE LA CALIDAD

Además, hemos elaborado unas fichas que te permiten valorar la calidad del agua del río; las puedes encontrar en el Anexo IV. Te serán útiles también para la redacción del pequeño informe de calidad del agua que deberás elaborar para finalizar la valoración.

Recuerda que los pasos que debes seguir son:

1. Recoger los invertebrados y, si se van a identificar lejos de la zona de estudio, guardarlos en un bote etiquetado con los datos de fecha, hora y lugar del muestreo.
2. Identificar los invertebrados utilizando el Anexo I. Se confeccionará un listado con sus nombres.
3. Identificar los bioindicadores mediante el uso de los Anexos II y III; se señalarán los organismos bioindicadores en el listado anteriormente elaborado.
4. Valorar la calidad de las aguas, gracias a los bioindicadores señalados y a la información contenida en el Anexo IV.
5. Elaborar un pequeño informe sobre la calidad de las aguas del río en la zona de estudio.

Para que te inicies en el manejo de las tablas, te damos el listado de un supuesto muestreo a partir del cual deberás determinar los organismos bioindicadores indicando su tipo y, posteriormente, según su presencia, valorarás la calidad biológica de sus aguas. (Como ejemplo, te hemos cumplimentado las dos primeras casillas de la primera tabla).

Nombre	Tipo de bioindicador	Nombre	Tipo de bioindicador
Planaria	★	Gérridos	
Hidróbidos	—	Coleópteros (adultos)	
Limnéidos		Coleópteros (larvas)	
Esféridos		Tricópteros (con estuche)	
Oligoquetos		Tricópteros (sin estuche)	
Gammáridos		Hidropsíquidos	
Efeméridos		Quironómidos verdes	
Baétidos		Simúlidos	
Leptoflébidos		Tipúlidos	
Libélulas		Atercídidos	
Plecópteros		Limónidos	
Népidos		<i>Oxycera</i> sp.	
Notonéctidos		Hidrácaros	

BIOINDICADOR	TIPO	CAPTURADOS	CLASE DE CALIDAD	
Planarias			CLASE I (río muy sano)	
Efemerópteros I				
Plecópteros				
Tricópteros con estuche				
Blefaricéridos				
Atercicos				
Oxycera sp				
Larvas de coleópteros				
Simúlidos				
Tricópteros sin estuche				
Hidrotófilos			CLASE II (río alterado)	
Gammarídeos				
Quironómidos verdes				
Hidropsíquidos				
Efemerópteros II				
Ancúlidos - Físidos			CLASE III (río enfermo)	
Sanguijuelas				
Oligoquetos				
Quironómidos rojos				
Sírfidos				
Psicódidos			CLASE IV (río grave)	
Culcídidos				
Ausencia de vida				
				CLASE V (río muy grave)

La calidad de las aguas del río corresponde a la CLASE \_\_\_\_\_

**A.P.6. Comentario**

porque básicamente encontramos bioindicadores de \_\_\_\_\_

La tabla de identificación de los bioindicadores encontrados en el muestreo es:

Nombre	Tipo de bioindicador	Nombre	Tipo de bioindicador
Planaria	★	Gérridos	-
Hidróbidos	-	Coleópteros (adultos)	-
Limnéidos	-	Coleópteros (larvas)	★
Esféridos	-	Tricópteros (con estuche)	★
Oligoquetos	★	Tricópteros (sin estuche)	★
Gammarídeos	★	Hidropsíquidos	★
Efeméridos	-	Quironómidos verdes	★
Baétidos	★	Simúlidos	★
Leptoflébidos	-	Tipúlidos	-
Libélulas	-	Atercicos	★
Plecópteros	★	Limónidos	-
Népidos	-	Oxycera sp.	★
Notonéctidos	-	Hidrácaros	-

BIOINDICADOR	TIPO	CAPTURADOS	CLASE DE CALIDAD	
Planarias		X	CLASE I (río muy sano)	
Efemerópteros I		-		
Plecópteros		X		
Tricópteros con estuche		X		
Blefaricéridos		-		
Atercídidos		X		
<i>Oxycera</i> sp		X		
Larvas de coleópteros		X		
Simúlidos		X		
Tricópteros sin estuche		X		
Hidrotófilidos		-		
Gammáridos		X		
Quironómidos verdes		X		
Hidropsíquidos		X		
Efemerópteros II		X		
Ancílidos - Físidos		-	CLASE II (río alterado)	
Sanguijuelas		-		
Oligoquetos		X		
Quironómidos rojos		-		
Sírfidos		-		
Psicódidos		-	CLASE III (río enfermo)	
Culcídidos		-		
Ausencia de vida				
			CLASE IV (río grave)	
			CLASE V (río muy grave)	

La calidad de las aguas del río corresponde a la CLASE I (río muy sano), porque básicamente encontramos bioindicadores de tipo azul y verde.

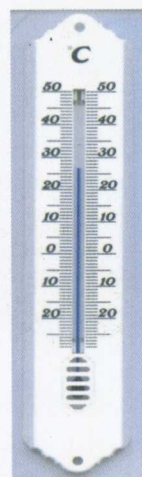
Con esta actividad pretendemos que el alumnado sea capaz de valorar las diferencias existentes entre un tramo de río limpio y otro en el que se puedan detectar ciertas perturbaciones. En el caso extremo de encontrar un foco importante de contaminación, es decir, si se obtiene una calidad de las aguas de clase IV o clase V, aconsejamos que se ponga la correspondiente denuncia en los organismos oficiales como son el SEPRONA (Servicio de Protección de la Naturaleza) o el Servicio de Medioambiente de cada Comunidad Autónoma.

### A.P.7. DETERMINACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

#### Determinación de la temperatura

La temperatura del agua y la del aire se determinan en grados centígrados mediante termómetros o con instrumental de laboratorio más preciso.

**Procedimiento:** Conectar el aparato electrónico e introducir la sonda dentro del agua; después, esperar a que el valor que aparece



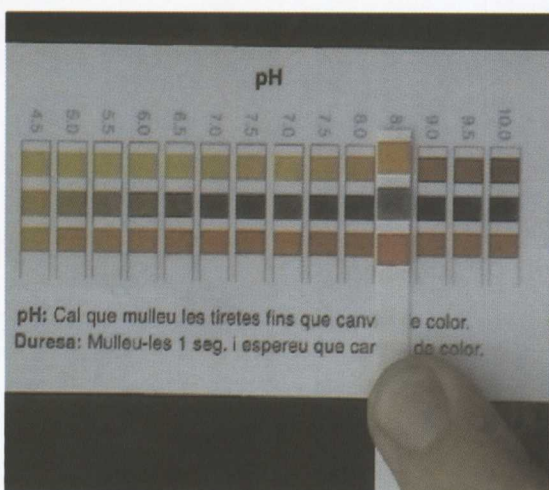
en el visor se estabilice. Si se mide con el termómetro, hay que introducir éste en el agua y mantenerlo durante unos treinta segundos. Si el río es grande, puede recogerse agua en un bote e introducir el termómetro en él.

**Observaciones:** Una temperatura superior a 15° C favorece el desarrollo de microorganismos en las canalizaciones, al mismo tiempo que puede intensificar los olores y sabores.



### Determinación del agua

La determinación del pH del agua puede realizarse utilizando instrumental de laboratorio o test de tiras de valoración de la casa Merck.



**Procedimiento:** Si se utiliza un aparato electrónico, se conectará y se introducirá la sonda en el agua hasta que se haya estabilizado

el valor que aparece en el visor.

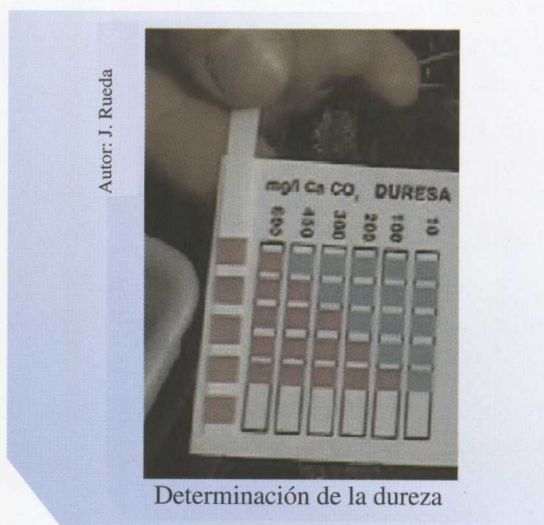
Si se usa una tira de valoración, se comenzará por extraerla del envase con las manos bien secas, pues las que queden pueden estropearse si se mojan. Se introduce medio centímetro del final de la tira dentro de un bote en el que previamente se ha recogido agua del río. Se espera unos diez segundos hasta que el color de la parte sumergida se estabilice. Posteriormente, se compara con la escala de colores y aquel que se asemeja más al de la tira nos dará el valor de pH.

**Observaciones:** Si el valor obtenido es aproximadamente 7, diremos que el pH es neutro; si es menor que 7, diremos que es ácido y, si es mayor que 7, diremos que es básico o alcalino.

Las aguas naturales suelen presentar valores de pH entre 5,5 y 8,5.

El factor que condiciona habitualmente la acidez o alcalinidad del agua es, la mayor parte de las veces, el CO<sub>2</sub>. Un pH fuera de los límites 5,9 impide el desarrollo y permanencia de la vida acuática.

### Determinación de la dureza del agua



Determinación de la dureza

La determinación de la dureza del agua se hace basándose en los miligramos de carbonato cálcico que posee el agua. Para determinar los carbonatos puede usarse el test de



dureza de Aquamerck o el de las tiras indicadoras de mg de carbonatos presentes de la casa Merck.

**Procedimiento:** Explicaremos sólo el uso de la tira, por considerarlo más accesible desde el punto de vista económico. Con las manos bien secas se coge una tira de las de determinación de carbonatos. Hay que tener cui-

dado de no tocar con los dedos la zona sensible. Se introduce la parte sensible en un bote con agua del río durante unos dos segundos, transcurrido este tiempo se saca y se sacude el agua restante; se espera un minuto más. Se contrasta con la escala de colores; el valor vendrá dado en mg de carbonato cálcico por litro de agua. **1º de dureza equivale a 17,8 mg/l de  $\text{CaCO}_3$ .**

#### Observaciones:

Carbonatos	Tipo de agua
0-50 mg/l	Blanda
50-100 mg/l	Moderadamente blanda
100-150 mg/l	Un poco dura
150-200 mg/l	Moderadamente dura
200-300 mg/l	Dura
> 300	Muy dura

Grados de dureza	Carbonatos
< 3º d	< 53,4 mg/l de $\text{CaCO}_3$
> 4º d	> 71,2 mg/l de $\text{CaCO}_3$
> 7º d	> 124,6 mg/l de $\text{CaCO}_3$
> 14º d	> 249,2 mg/l de $\text{CaCO}_3$
> 21º d	> 373,8 mg/l de $\text{CaCO}_3$

Fuente: Los datos de estas tablas han sido extraídos de la guía para la inspección de los ríos del Projecte Rius.

### Determinación del oxígeno disuelto

¿Por qué nos puede interesar conocer la cantidad de oxígeno disuelto en el agua? ¿Cómo lo podemos hacer?

Se determinará el oxígeno disuelto mediante la utilización del oxímetro o bien del método de Winkler, usando el kit correspondiente de la casa Merck. Las instrucciones que se

deben seguir en este último caso se encuentran en el mismo equipo.

**Procedimiento:** Para la determinación con el oxímetro se comienza conectándolo; a continuación, se calibra la sonda (siempre *in situ*) y se introduce en el río. Cuando se estabiliza el valor en el visor, tenemos la cantidad de oxígeno en mg/l o en porcentaje de saturación.



Calibrando la sonda



Introduciendo la sonda



Oxímetro con termómetro

**Observaciones:** La cantidad de oxígeno en el agua es un indicador de los contaminantes químicos u orgánicos que se encuentran en ella (purines procedentes de granjas de cer-

dos, fosfatos y nitratos, etc.). Si el agua se eutrofiza, puede llegar a quedarse sin oxígeno. En lugares en los que el agua tiene una cantidad inferior a 5 mg/l de oxígeno disuel-

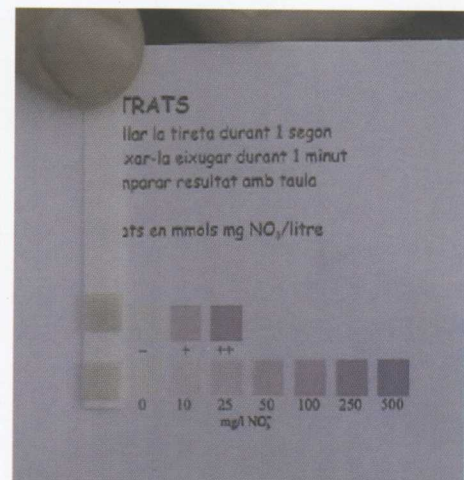
to, las truchas no pueden vivir; sin embargo, las gambusias (peces más tolerantes a la escasez de oxígeno) sí podrían. No obstante, los macroinvertebrados sensibles a la contaminación necesitan de altas concentraciones de oxígeno en el agua. Por el contrario, los muy tolerantes a la contaminación (en el extremo opuesto) han llegado a desarrollar órganos que les permiten captar el oxígeno directamente del aire.

### Determinación de la cantidad de nitratos presentes en el agua

La determinación de la cantidad de nitratos presentes en el agua se puede realizar con el test de nitratos de la casa Merck de tiras indicadoras.

**Procedimiento:** La utilización de las varillas es idéntica a la ya expuesta en la determinación de los carbonatos.

**Observaciones:** Las aguas naturales no contaminadas, por regla general, contienen iones nitrato en concentraciones entre 0,4 y 0,6 mg/l. En aguas contaminadas, se encuentran valores de 50-150 mg/l y más. Un elevado contenido en nitratos puede indicar también contaminación fecal del agua. Los efectos sobre los niños son considerados graves, pues producen cianosis al formarse la metahemoglobina.



Nitratos	
0,67-10	Aguas con importantes desequilibrios. Hay posibles vertidos en las proximidades.
> 10	Aguas que pueden presentar elevados síntomas de eutrofización
50 mg/l	Máxima concentración de nitratos permitida en el agua potable

### Determinación de la transparencia

Hay diferentes instrumentos para determinar la transparencia del agua, pero proponemos la utilización del disco de transparencia.

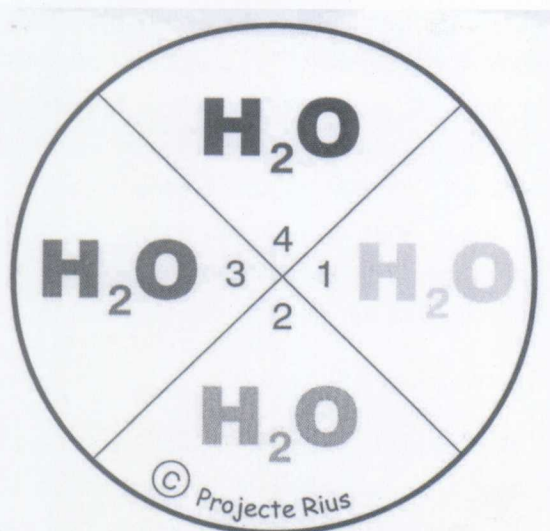


Turbidímetro

Desde antiguo se ha valorado la transparencia del agua. Podemos observar la foto con el turbidímetro, instrumento utilizado antaño con este fin, en el que se miraba por un extremo de un tubo que previamente se había llenado con el agua cuya turbidez se quería determinar y se valoraba ésta a partir de la claridad con que se veía la letra que había en el otro extremo del tubo.

Nosotros proponemos la utilización del disco de transparencia, que es mucho más fácil de transportar y es más manejable que el turbidímetro, pero que está basado en la misma idea.

**Procedimiento:** Se emplea una botella de 1,5 litros a la que se le corta la parte superior de manera que quede un cilindro regular.



Disco de transparencia



Visualización del disco

Se llena la botella con agua del río y se deja en reposo durante unos 15 minutos.

Se coloca la botella sobre el disco de transparencia.

Por último, se mira el disco desde arriba y se anota si se ven uno, dos, tres o cuatro sectores.

Se valorará la transparencia del agua dependiendo de la cantidad de sectores observados.

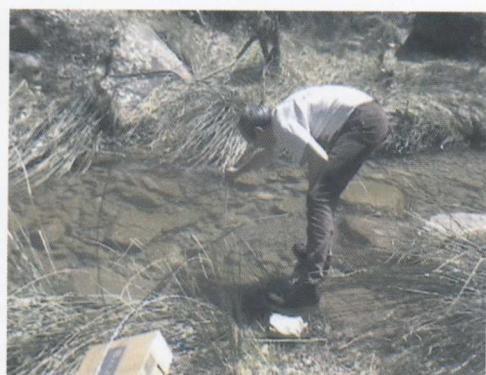
**Observaciones:** La determinación de la turbidez o transparencia del agua por este método no es cuantitativa sino cualitativa, y permite comparar la transparencia de unas aguas con otras.

### Tres características físicas del punto de muestreo

Para hacer una buena investigación debemos tener en cuenta en el punto de muestreo, además de lo ya señalado, la anchura del río, su profundidad y su caudal.

**Procedimiento:** Para determinar la anchura del cauce del río nos serviremos de una cinta métrica; es importante que midamos exactamente la anchura del cauce ocupado por agua en el momento del muestreo. Se toman al menos tres para luego calcular una media.

La **profundidad** del agua del río se determina con una vara graduada en centímetros, puede ser de elaboración casera, simplemente se trata de establecer marcas en cualquier vara o caña. También en este caso se tomarán al menos tres medidas y se considerará la media.



Midiendo la profundidad



Midiendo la anchura

Por último, el **caudal**, para cuya determinación necesitamos conocer el área representada por la sección que tiene el río en ese punto y la velocidad del agua. Para calcular la sección se multiplican los dos valores obtenidos de anchura y profundidad, ambos siempre en centímetros; de este modo, el área vendrá en centímetros cuadrados. Para calcular la velocidad media, se marcará en una de las orillas, con la ayuda de la cinta métrica, una longitud de unos 10 metros y se tirará un palito en el extremo que se encuentra río arriba; con un cronómetro o, en su defecto, un reloj, se mide el tiempo que tarda en recorrer el palito los 10 metros. Si dividimos los 10 metros entre el tiempo, tendremos el valor de la velocidad. Para ser más precisos repetiremos el proceso al menos tres veces y posteriormente calcularemos la velocidad media.

El cálculo del caudal vendrá determinado en  $m^3/s$ , multiplicando la velocidad media por la sección.

**Observaciones:** La anchura del río, la profundidad y el caudal varían a lo largo del año según la estación en la que nos encontremos, y es importante tenerlo en cuenta, pues si hay un vertido y el río tiene poco caudal tendrá más repercusión que si el río lo tiene mayor. En este último caso el vertido podrá diluirse haciendo menor su impacto.

También debemos considerar:

- Si el cauce es natural o artificial; por ejemplo, si hay canalizaciones de hormigón o de otro material, que impedirán que se desarrolle la vegetación y la fauna.
- Si la vegetación de ribera está en buenas condiciones.
- Si hay algún vertido.
- El porcentaje de sombra sobre el río o cantidad de luz que incide sobre él.
- El estado del entorno.

¿Qué podrías decir acerca de la calidad de las aguas del punto P<sub>1</sub>, situado en el barranco del Resinero, basándote en los datos de los parámetros físico-químicos que te facilitamos a continuación?

**Datos químicos suministrados del agua:**

MUESTRA DE AGUA	AMONIO mg/l	NITRITOS mg/l	NITRATOS mg/l	pH	DUREZA TOTAL °d	OXÍGENO DISUELTOS mg/l
Palancia en el P1 (Barranco Resinero) Media del P1	0,18	0	0	8	30,8	10,1

**Datos físico-químicos suministrados del agua y del ambiente:**

P <sub>1</sub> Barranco Resinero 30SXK920230	ANCHURA DEL LECHO (cm)	PROFUNDIDAD (cm)	VELOCIDAD (cm/s)	
			Distancia	Tiempo
Media	460	30,3	3 m	1 s
Color	Transparente			
Temperatura del aire	16,1° C			
Temperatura del agua	9,90° C			
Olor ambiental	Balsámico. Flores diversas			
Altitud	890 m			



### A.P.7. Comentario

En el punto P<sub>1</sub>, la temperatura del agua es bastante inferior a 30° C, lo que no favorece el desarrollo de microorganismos. Esto lo podemos constatar gracias al olor ambiental balsámico, muy lejano del que emiten las aguas putrefactas. El valor 8 del pH está dentro de los considerados normales para aguas naturales. El agua es dura, dado su elevado contenido en carbonatos. Las aguas están bien oxigenadas y la cantidad de oxígeno disuelto favorece el desarrollo de los seres vivos acuáticos, incluso de los bioindicadores de aguas de buena calidad. La presencia de nitratos es nula. La transparencia es del 100%, indicador de que el agua carece de partículas en suspensión, o las posee en un bajo porcentaje. Por todo esto, podemos afirmar que **el agua es de buena calidad en el momento en que los parámetros fueron determinados.**

Aunque hemos propuesto esta actividad para el alumnado, es mucho más interesante centrar la valoración de la calidad del agua de un curso fluvial en el estudio de los invertebrados presentes, ya que, desde su introducción, han demostrado ser buenos instrumentos de control de los ecosistemas acuáticos y han complementado la información provista por los parámetros físico-químicos clásicos, lo cual, además, ha permitido optimizar los recursos disponibles.

**Los índices biológicos, a diferencia de los parámetros físico-químicos, constituyen buenos integradores porque indican el estado del agua en un periodo prolongado** (la presencia de un organismo indicador asegura una calidad del agua relativa durante, al menos, la duración de su ciclo vital), **pero, en cambio, no funcionan como analistas, ya**

**que no identifican los agentes contaminantes.**

La propuesta de Directiva Marco de la Unión Europea incide de forma clara en el control de la calidad de los ecosistemas acuáticos mediante métodos biológicos, prestando un especial interés a los macroinvertebrados, dado que abundan en nuestros ríos, son relativamente fáciles de ver y cómodos de recolectar y permiten realizar análisis rápidos y económicos.

### A.P.8. Elaboración de un informe acerca de la calidad del agua en un tramo de un río

Para hacer un informe se deben considerar los siguientes puntos:

- 1.º **Parámetros físico-químicos del medio.**
- 2.º **Datos biológicos**, considerando los seres vivos presentes en el medio acuático y en su entorno. Este último nos informa del grado de influencia humana.
- 3.º **Comparar los resultados físicoquímicos con tablas normalizadas** que nos indiquen cuáles son los valores normales y los problemáticos para cada uno de los parámetros.
- 4.º **Valorar la calidad del agua utilizando índices biológicos**, a partir de los cuales se establecen diferentes calidades según el tipo de familia de invertebrados presentes en el agua.
- 5.º **Elaboración de conclusiones** sobre lo que se ha constatado en los puntos 3º y 4º.

*Parámetros físicoquímicos:*

- Presencia de **agua**, su **velocidad** y cálculo del **caudal** después de medir la **anchura** y **profundidad** del río.
- **Temperatura** en grados centígrados del agua y del aire.
- **Grado de transparencia** del agua.
- **Olor y color** del agua.
- Cantidad de **oxígeno** presente en el agua.
- Cantidad de **nitratos, nitritos, amonio y fosfatos**.
- **Cantidad de carbonatos, para medir la dureza del agua.**
- **Valor del pH.** El medio será más ácido cuanto más cerca esté de 1. Será neutro si el pH vale 7. Por último, será tanto más básico cuanto más cerca esté su valor pH de 14.
- Cantidad de **luz** que le llega al río.
- **Tipo de sustrato del fondo:** limos, arenas, grava, guijarros, rocas.

*Datos biológicos:*

- **Tipo de invertebrados y vertebrados** presentes en el agua.
- **Tipo de invertebrados y vertebrados** presentes en el entorno inmediato.
- **Tipo de vegetación** presente en el agua.
- **Tipo de vegetación** del entorno inmediato, en la zona de influencia directa del agua.

*Algunas alteraciones del entorno del río:*

- La **deforestación** altera el régimen hidrológico y contribuye al aumento de producción de sedimentos.
- Presencia de **basuras o residuos**.
- Presencia de **colectores que desagüen vertidos**.
- Presencia de **tuberías** que capten el agua del río y puedan originar sobreexplotación con reducción alarmante del caudal.
- **Campos de cultivo.**
- **Degradación de la vegetación de las riberas.**

Elabora el informe de la calidad de las aguas del punto P<sub>1</sub> teniendo en cuenta la información que te hemos suministrado en las dos actividades anteriores.

### A.P.8. Comentario

*En este punto de muestreo las aguas son transparentes, de muy buena calidad. Se ha protegido el entorno cerca de la zona inspeccionada. Es una zona virgen, no se detectan efectos antrópicos, incluso se encuentra limpia, a pesar de ser zona de paso al nacimiento del río Palancia. El estado de salud del río es sano, pues hemos encontrado plecóp-*

*ros y tricópteros con estuche entre otros bioindicadores.*

*Podemos destacar en lo referente a los valores de sus **parámetros físicoquímicos** que son aguas bien oxigenadas (10,1 mg/l), pobres en amonio (0,18 mg/l) y sin presencia de nitritos ni nitratos.*

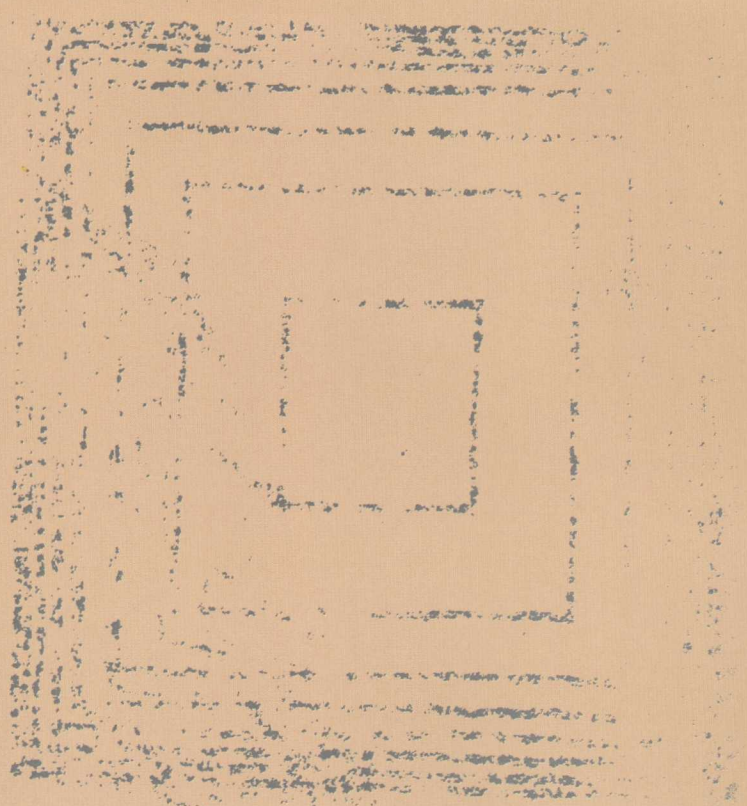
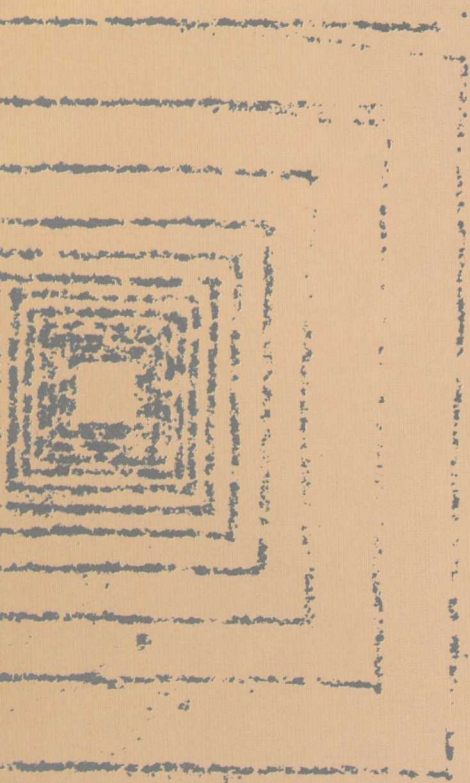
*Con respecto a los **macroinvertebrados**, destacamos la presencia de varias especies de*

*plecópteros y de tricópteros con estuche, lo que nos indica una buena calidad del agua en nuestro punto de muestreo. Éstos son bioindicadores excelentes, ya que los Plecópteros son los primeros en desaparecer cuando se incide negativamente sobre un río. Por otro lado, hay que considerar que tenemos una*

*biodiversidad elevada y esto sólo ocurre en aguas limpias. La contaminación disminuye dicha diversidad biológica favoreciendo las especies oportunistas y, si ésta es extrema, entonces desaparecen todos los macroinvertebrados. Esta situación no ocurre en nuestro punto de muestreo.*







**¿Usamos y consumimos  
el agua dulce según  
un desarrollo sostenible?**



# ¿Usamos y consumimos el agua dulce según un desarrollo sostenible?

**P**or desarrollo sostenible se entiende “el desarrollo que cubre las necesidades actuales sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland).

La agricultura constituye un sector vital para la seguridad y prosperidad de los ciudadanos. Pero la agricultura intensiva industrializada está amenazando la calidad del agua potable y reduciendo la diversidad de poblaciones milenarias europeas de animales, plantas, paisajes y bosques.

Los estados miembros de la Unión Europea deben establecer políticas integradas de desarrollo rural que no descuiden la integridad y el valor de las zonas naturales importantes. Tanto la Unión Europea como los Estados miembros planean fomentar prácticas agrícolas sostenibles mediante una mayor sensibilización y acciones de formación sobre la utilización de los fertilizantes y los pesticidas.

Fuente: [http://europa.eu.int/comm/publications/archives/booklets/move/15/txt03\\_es.htm](http://europa.eu.int/comm/publications/archives/booklets/move/15/txt03_es.htm).

## A.20. CONSUMO DEL AGUA DULCE SEGÚN UN DESARROLLO SOSTENIBLE

Seguro que has estado alguna vez en una de esas poblaciones turísticas que en verano duplican o cuadruplican su población; es muy frecuente que en muchas de ellas surjan problemas relacionados con el abastecimiento de agua potable, pues al extremado calor se le suma la gran afluencia de turistas, lo que origina una demanda de agua inusual e incomparable a la de los restantes meses del año. Además, las aguas residuales generadas durante esos periodos del año sobrepasan todas las previsiones, y con las depuradoras existentes no puede abordarse el tratamiento de las aguas generadas, que deben ser vertidas en ríos o directamente en el mar.

¿Podemos consumir toda el agua que queramos? Recuerda qué ocurre en los meses de verano en localidades que no disponen de suficiente agua para abastecer a todos sus ciudadanos.

¿Qué ocurre cuando se vierten aguas residuales en el cauce de un río?

### A.20. Comentario

En esta actividad se pretende que el alumnado constata el problema de la falta de agua y de su mala calidad, ya que es muy

fácil contaminarla. Si seguimos contaminando y gastando todo el agua disponible, llegará un momento en que no quedará o será de tan mala calidad que no la podremos usar.

Nuestra Comunidad tiene problemas por la escasez de agua potable; por ejemplo, en Valencia capital se suministra a los ciudadanos agua potabilizada procedente de los ríos Júcar y Turia (sólo en raras ocasiones de este último). Parte de la que nos llega del Júcar se potabiliza en Picassent y se envía a algunas zonas de Valencia; otra parte se trasvasa hasta Manises, donde, tras potabilizarla, se distribuye a la ciudad de Valencia. Lo expuesto demuestra que se consume más agua de la que se dispone de modo natural por el aporte de las aguas del Turia. En otras zonas de nuestra Comunidad se hace un consumo creciente del agua subterránea, agua que, como se sabe y dado que llueve poco, es difícil de reponer. Pero aun a expensas del agua bombeada, que en muchos casos es agua fósil por los numerosos años que ha estado en el subsuelo, en una gran cantidad de lugares se siguen desarrollando cultivos de regadío que consumen mucha agua. Además del consumo, debemos destacar el deterioro de la calidad de las aguas, entre otras causas por los métodos agrícolas utilizados, que no sólo derrochan el agua, sino que además contaminan los acuíferos. Tampoco debemos dejar de lado las actividades industriales que contribuyen a polucionar mares, ríos y acuíferos con contaminantes en su mayoría muy tóxicos.

Cuando se tienen problemas de abastecimiento de agua por carestía de la misma, antes de adoptar ninguna medida se debería hacer un estudio reflexivo y valorar seriamente los pros y contras de cada posible solución. En muchas ocasiones la escasez de agua se debe a **un consumo abusivo de ella**, por lo que se debería empezar por **fomentar el ahorro y el consumo del agua según un desarrollo sostenible**.

Para clarificar esta actividad, sería adecuado que se realizase una práctica, sobre todo si el alumnado es de niveles bajos, que consistiría en añadir diferentes cantidades de tinta de calamar a varios vasos con agua. Podrán constatar lo rápido que se ensucia el agua; a

continuación se les plantea cómo podría limpiarse. Podría limpiarse por ósmosis, calentándola hasta conseguir la evaporación del agua y recogiendo los vapores; también podría probarse a destilarla haciéndola pasar a través de distintos filtros. Otro método para rebajar la contaminación consistiría en añadir más agua; no conseguiremos quitar la tinta, pero cada vez se encontrará más diluida. Lo que **hay que recalcar es que es muy trabajoso depurar el agua, cuesta mucho menos poner los medios para no contaminarla**.

### A.21. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL CONSUMO DEL AGUA DULCE

Un desarrollo sostenible, según Ramón Folch (2000), se basa en:

- Consumir recursos **no renovables** por debajo de su tasa de sustitución.
- Consumir recursos renovables por debajo de su tasa de renovación.
- Verter residuos en cantidades y calidades asimilables por parte de los sistemas naturales.
- Mantener la biodiversidad.

Narcís Prat (1997) afirma que, en el caso del agua, la aplicación del concepto de **desarrollo sostenible** es relativamente sencilla, ya que, al tratarse de un recurso renovable, el objetivo debería ser usar el recurso manteniendo la calidad y cantidad del mismo a lo largo del tiempo y del espacio. Es necesario que tengamos claro el concepto de **cuenca**, que se define como "territorio cuyas aguas afluyen todas a un mismo río". Para que pueda afirmarse que el uso del agua de cual-

quier parte de una cuenca se hace de un modo sostenible, deberá mantenerse la cantidad y calidad del agua que en régimen natural se recibiría más abajo, sin olvidar la cantidad de sedimentos que se aportarán aguas abajo, lo cual, en el caso de los deltas, resulta clave para su sostenibilidad.

El **agua como recurso sostenible** puede considerarse desde dos puntos de vista: la **cantidad disponible** y su **calidad**. Las dos partes son en realidad una sola, ya que, si se dispone de agua pero está contaminada, no puede considerarse potable; equivale a no tener. La sostenibilidad futura dependerá de cómo planifiquemos y gestionemos el recurso.

¿En qué consiste, básicamente, el modelo de desarrollo sostenible en el consumo del agua?

### A.21. Comentario

*Se trata de que interioricen y apliquen lo que se les acaba de decir sobre desarrollo sostenible. Aunque es obvia la respuesta después de darles el texto, sirve para que refuercen el concepto. Una posible respuesta podría ser:*

Según Ramón Folch, los **principios básicos del desarrollo sostenible, en su vertiente ambiental, son los siguientes:**

- *Consumir recursos no renovables por debajo de su tasa de sustitución.*
- *Consumir recursos renovables por debajo de su tasa de renovación.*
- *Verter residuos en cantidades y calidades asimilables por parte de los sistemas naturales.*
- *Mantener la biodiversidad.*

*Narcís Prat afirma que en el caso del agua la aplicación del concepto de **desarrollo sostenible** es relativamente sencilla, ya que, al tratarse de un recurso renovable, el objetivo debería ser usar el recurso manteniendo la calidad y cantidad del mismo a lo largo del tiempo y del espacio.*

### A.22. LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA

Se calcula que en los últimos cincuenta años el planeta ha perdido un 11% de la

superficie cultivada y que, anualmente, hasta 7 millones de hectáreas dejan de ser aptas para el cultivo o el pastoreo por la degradación de los suelos. Por continentes, la proporción de tierras agrícolas degradadas va desde un 16%, en el caso de Australia, hasta un 65%, en el caso africano, y un 74%, en el caso de América Central.

“La imagen de satélite recogida en la figura de al lado, nos recuerda que la aridez estival que caracteriza la mayor parte del territorio español es más parecida al árido norte de África que a los otros países de Europa”.

A los datos aportados debemos añadir el hecho de que **el agua está desigualmente repartida**; mientras algunos países tienen mucha agua (por lluvia o nieve), otros casi no tienen. Basta contemplar los siguientes datos para comprender la magnitud del problema: unos 2.000 millones de personas de 80 países viven en zonas donde apenas llueve. La jornada escolar de una niña europea es la que invierte una pequeña mozambiqueña en acarrear agua para su familia, tras recorrer 30 kilómetros y esperar largas colas. Con lo que un español utiliza para su ducha matinal (50 litros) viven durante un día tres familias etíopes en la época seca. “El líquido de las cisternas de nuestros inodoros tiene menos riesgo de enfermedad que el agua que bebe una familia etíope” (*El País*, 18 de marzo de 2001).

Con fecha 28 de agosto de 2002, en la cumbre de la Tierra que se celebró en **Johannesburgo**, Sudáfrica, la Organización de las Naciones Unidas afirmó que en el mundo hay más de 1.100 millones de personas que no tienen acceso al agua potable y unos 2.400 millones que no poseen las mínimas condiciones de salubridad.

En España también tenemos escasez de agua debido a nuestra baja e irregular pluviometría, propia del clima mediterráneo, por lo que la capacidad de los cauces regulares por unidad de superficie es mucho menor que la de otros países de mayor latitud. Esto dificulta no sólo el abastecimiento de agua a las ciudades, sino también el desalojo de los vertidos, ya que, debido al caudal reducido de nuestros ríos, una misma cantidad de residuos supone una mayor concentración de los mismos en el

río y, por tanto, una mayor contaminación y pérdida de calidad de sus aguas.

MAPA 1



(Fuente: Índice de Desarrollo Humano 2000. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD)

MAPA 2



Fuente: Atlas de España, El País/Aguilar, 1993, y Ministerio de Medio Ambiente, 2003

Observa el mapa 1, el cual permite precisar el límite entre la España húmeda y la España seca. Fíjate ahora en el mapa 2.

¿Qué podrías decir acerca de las cuencas de los ríos Duero, Tajo y Ebro?

¿En qué parte de España los ubicarías?

¿Qué conclusión sacas?

## A.22. Comentario

Se desea que el alumnado constate qué parte de España está desertizándose, para ello es interesante que relacionen los mapas ya suministrados en la actividad, así pueden valorar las cuencas que son deficitarias en agua.

Podemos observar en el mapa de España que nos ubica las principales cuencas cuál es la situación de las de los ríos Duero y Tajo en el este de España y el Ebro, en el noreste. Estos ríos todavía disponen de un caudal que, aunque no siempre es muy abundante, no deja a la zona en peligro de desertificación. Obsérvase el primer mapa



Desertificación

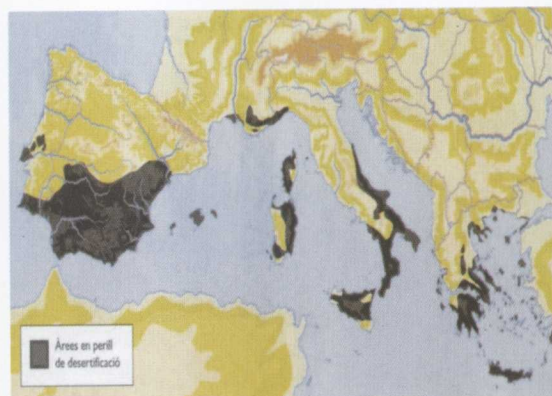
Contaminación

Fuente: Revista *Métode*, núm. 34

En las fotos precedentes podemos ver algunas de las consecuencias de nuestro impacto sobre la Tierra.

suministrado en la teoría de esta actividad; en él pueden verse las zonas de las cuencas de estos ríos en naranja, mientras que existe una zona mucho más árida, coloreada de amarillo, en el sur y sureste de España, incluida la Comunidad Valenciana, cuyo colorido se asemeja al del norte de África. Esta última sí está en peligro de desertificación.

Complementamos la información con este otro mapa, en el que se encuentran mucho más destacadas las zonas con peligro de desertificación.



Distribución geográfica de las áreas en peligro de desertificación en la Europa Mediterránea (N. Yassoglou: "Soil Degradation and Desertification")

## A.23. PROBLEMAS POR LA ESCASEZ O LA BAJA CALIDAD DEL AGUA

De entre los graves problemas que se han destacado en el Proyecto de Declaración Política presentado por el presidente de la Cumbre celebrada en 2002 en Joannesburgo (Sudáfrica), citamos algunos a continuación.

El medio ambiente mundial sigue deteriorándose. Continúa la pérdida de biodiversidad; se agotan las poblaciones de peces; la desertificación avanza cobrándose cada vez más tierras fértiles; ya se hacen evidentes los efectos adversos del cambio climático; los desastres naturales son más frecuentes y más devastadores, y los países en desarrollo se han vuelto más vulnerables, en tanto que la contaminación del aire, del agua y los

mares sigue privando a millones de seres humanos de una vida decente. La mayoría de estos problemas está relacionada directa o indirectamente con el agua.

Nos encontramos ante una crisis mundial del agua; en el mundo se encuentra disponible para el consumo humano menos del 1% del agua del planeta, y más de 1.200 millones de personas carecen de medios para ahorrar agua potable.

En Europa, el 20% de todo el agua superficial de la Unión Europea se encuentra grave-

mente amenazada por la contaminación. El agua subterránea proporciona alrededor del 65% de toda el agua potable europea, lo que no merecería destacarse si no fuera porque el 60% de las ciudades explotan excesivamente sus acuíferos, debido a lo cual el 50% de los humedales se encuentran en "estado de riesgo". El área de tierra regada en Europa meridional ha aumentado un 20% desde 1985.

Fuente: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 2002.

a) Representa mediante un polígono de frecuencias la variación de la disponibilidad de agua por habitante y por región entre los años 1950 y 2000. Elabora un polígono para cada región y haz coincidir todas las regiones en el mismo gráfico para poder compararlas.

b) Comenta las diferencias en cuanto a la disponibilidad de agua entre los años 1950 y 2000. ¿Qué constatas?

c) ¿Qué crees que condiciona la disponibilidad de agua en una región? Justifica las diferencias existentes entre las regiones cuyos datos te suministramos en la tabla.

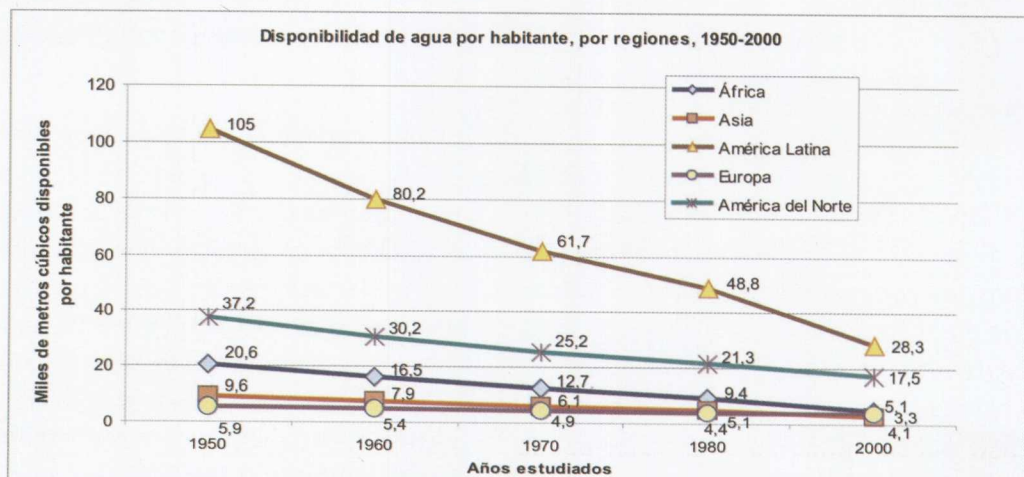
Disponibilidad de agua por habitante, por regiones, 1950-2000

Región	1950	1960	1970	1980	2000
	(miles de m <sup>3</sup> )				
África	20,6	16,5	12,7	9,4	5,1
Asia	9,6	7,9	6,1	5,1	3,3
América Latina	105,0	80,2	61,7	48,8	28,3
Europa	5,9	5,4	4,9	4,4	4,1
América del Norte	37,2	30,2	25,2	21,3	17,5

Fuente: N. B. Ayibotele (1992), *The world's water: assessing the resource*. Documento de fondo de la ICWE, Dublín, Irlanda

### A.23. Comentario

a)





b) *En todas las regiones estudiadas se observa claramente un enorme descenso en la disponibilidad de agua por habitante. En la información facilitada, la región en la que se ha producido una mayor disminución en su disponibilidad es América Latina, que ha pasado de 105 a 28,3 miles de metros cúbicos. Pero, a pesar de ello, es la que mayor disponibilidad de agua posee, si se compara con las otras regiones. La región en la que la gráfica nos denota mayores problemas en el año 2000 es Asia, donde la disponibilidad se ha reducido hasta 3,3 miles de metros cúbicos por habitante. En resumen, se confirma el grave problema de escasez de agua que padece el mundo, pues en todas las regiones ha disminuido su disponibilidad.*

c) *La disponibilidad de agua por habitante y por región viene condicionada por los aportes que se produzcan con las lluvias, las pérdidas por evaporación, que dependerán a su vez de la temperatura de la región, y la cantidad de habitantes que presente. Al comparar la disponibilidad, por ejemplo entre África y Asia, puede sorprender que en Asia aquella sea menor, siendo su crecimiento demográfico mayor, puesto que la población es más elevada. En África hay zonas en las que el agua abunda en detrimento de otras, por ello la media es relativamente alta, incluso mayor que en Europa.*

#### **A.24. LA ESCASEZ Y EL MAL ESTADO DEL AGUA SON CAUSA DE ENFERMEDADES PARA LAS PERSONAS**

El agua es un tesoro para nuestro cuerpo. Nos permite vivir, nos permite lavarnos e incluso puede curar, pero también puede hacernos enfermar, bien porque no haya

bastante o porque esté contaminada con microorganismos, virus o sustancias tóxicas y estamos ante una crisis global del agua, según el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), con fecha 14 de abril de 2003, que señala lo siguiente:

Una quinta parte de la población mundial no tiene acceso a fuentes de agua segura. Cada día mueren seis mil personas, en su mayoría niños, debido al agua contaminada. Aproximadamente el 70% de todo el agua dulce extraído para el uso humano se utiliza para riego. Anualmente muere más de un millón de personas a causa de la malaria. La mitad de los humedales del mundo han desaparecido y la mayoría ha sido destruido en los últimos cincuenta años. Y, según estimaciones de Naciones Unidas, si persisten las tendencias actuales, para el año 2025 **dos tercios de la población mundial sufrirán serios problemas de escasez de agua o prácticamente vivirán sin agua.** Estos datos subrayan la urgencia por resolver los problemas que existen en cuanto al uso y manejo de un **recurso natural vital para el planeta**, y la importancia que debe de tener hoy para el mundo la celebración este 22 de marzo del Día Mundial del Agua.

A continuación adjuntamos dos textos que hacen referencia a los problemas sufridos a causa del mal estado del agua. El primero trata de los muertos de Alcoy por infección de Legionella y, el segundo, de la muerte de niños (principalmente del tercer mundo) debida a enfermedades contraídas al consumir agua en mal estado, así como a una falta de higiene y saneamientos adecuados.

La *Legionella* es un género de bacterias del que se han identificado actualmente diferentes especies (40), entre las que cabe destacar la *Legionella pneumophilla* por ser la causante del 85%, aproximadamente, de las infecciones por *Legionella*.

Esta bacteria se halla ampliamente extendida en ambientes acuáticos naturales (ríos, lagos, aguas termales, etc.), encontrándose en ellos en pequeñas concentraciones, y con la facultad de poder sobrevivir en condiciones ambientales muy diversas.

Para que su concentración aumente, lo que entraña un riesgo para las personas, debe pasar a colonizar, fundamentalmente a través de las redes de distribución de agua potable, sistemas hídricos construidos por el hombre, como torres de refrigeración y sistemas de refrigeración y sistemas de distribución de agua sanitaria, donde encuentra condiciones de temperatura idóneas para su multiplicación (25-45° C), protección física y nutrientes apropiados. A partir de estas instalaciones, la Legionella puede infectar a las personas si el agua es pulverizada en forma de aerosoles, de manera que la bacteria pueda ser transportada por el aire en pequeñas gotas e inhalada por las personas. Es decir, la vía de transmisión de la Legionella es aérea y no se ha demostrado que exista riesgo alguno de enfermar al beber agua contaminada por ella.

En consecuencia, serán instalaciones de riesgo en relación con la Legionella todas aquellas que, procurando condiciones adecuadas para su anidamiento, fundamentalmente agua estancada o retenida a temperatura de 25-45° C, y especialmente en presencia de suciedad, produzcan aerosoles que puedan ser inhalados por las personas. Por ello, se recomienda hacer controles en torres de refrigeración, condensadores evaporativos, aparatos de enfriamiento evaporativo, humectadores, sistemas de distribución de agua caliente sanitaria, baños de burbujas, etcétera.

Fuente: [www.atsdr.cdc.gov/es/general/esgroundwater\\_fs.html#contam](http://www.atsdr.cdc.gov/es/general/esgroundwater_fs.html#contam)

Dilluns, 8 de setembre de 2003

La localidad de Alcoy ha sufrido desde septiembre de 1999 una fuerte epidemia provocada por la bacteria llamada legionella. **Hoy en día todavía se detectan algunos casos.** Durante los primeros 14 meses se diagnosticaron casi 150 casos producidos por la bacteria, y dos muertes relacionadas con la enfermedad infecciosa.

Se produjo **alarma** ciudadana cuando se anunció la **contaminación por Legionella de dos de los pozos** que abastecen de agua potable la ciudad. Los expertos negaron la posibilidad de contagio a través de la ingestión de agua, pero sí por inhalación.

Las autoridades valencianas y del Ayuntamiento de Alcoy iniciaron una investigación que determinará la causa del brote. Como consecuencia de su actuación, se ha realizado un **censo de las torres de refrigeración**, principales agentes causantes de la expansión de la bacteria, y una **limpieza de las mismas**.

La Generalitat ha elaborado una disposición, el Decreto 173/2000, de 5 de diciembre, por el cual se establecen las condiciones higiénico-sanitarias que han de reunir los equipos de transferencia de masa de agua en corriente de aire con producción de aerosoles, para la prevención de la legionelosis. [DOGV nº 3893, de 07.12.2000].

Las Cortes Valencianas han creado una Comisión de Investigación sobre la actuación de los Servicios de Salud Pública y Medioambiental de la Generalitat Valenciana en relación con los sucesivos brotes de legionella en Alcoy.

Actualmente las investigaciones se centran en la asunción de responsabilidades por parte de las autoridades sanitarias públicas de los sucesivos brotes de legionella.



Recientemente, la Generalitat recibía la noticia de que la comisaria europea de Salud Pública, Margot Wallstrom, mantendrá contactos con las autoridades españolas para conocer si se ha violado o no la legislación comunitaria en el brote de legionella de Alcoy, y si se han adoptado las medidas necesarias para que la situación no se repita.

Fuente: <http://www.alcoi.com/legionela/castellano/>

**OMS pide acción internacional urgente y concertada para evitar que los peligros ambientales provoquen cada año la muerte de 5 millones de niños (7 de abril de 2003)**

**Más de cinco millones de niños mueren cada año por causa de enfermedades, infecciones y accidentes relacionados con el ambiente que los rodea. Sin embargo,**

con unas sencillas medidas que mejoraran su entorno, se podría prevenir la muerte de niños por infecciones respiratorias agudas, **enfermedades de transmisión vectorial tales como la malaria y la diarrea**, y accidentes de tráfico en las proximidades de sus hogares.

- **La diarrea**, la segunda causa de muerte infantil (la primera son las infecciones respiratorias agudas), que está relacionada con **deficiencias en el suministro de agua y el saneamiento**, provoca cada año **1,3 millones de muertes de niños**.

#### Riesgos ambientales:

- **Acceso inadecuado a agua no apta para el consumo.** Se estima que, en el año 2000, 1.100 millones de personas carecían de acceso a una fuente mejorada de agua.
- **Higiene y saneamiento deficientes** en el mundo. Unos 2.400 millones de personas carecen de todo tipo de acceso a instalaciones mejoradas de saneamiento.
- **Vectores de enfermedades.** La presencia de mosquitos y helmintos a menudo es consecuencia de una mala gestión de los recursos hídricos.

Fuente: <http://www.who.int/es/index.html>

Realiza, junto con tus compañeros de trabajo, una búsqueda bibliográfica en la biblioteca del centro acerca de las enfermedades que aparecen en el texto del 7 de abril de 2003, y que podrían contraerse al consumir agua contaminada.

Compara el texto del 7 de abril con el del 8 de septiembre de 2003 y responde a las siguientes preguntas tras debatirlas previamente con tus compañeros de grupo.

- ¿El número de muertos es proporcional a la preocupación que se origina en cada caso?
- ¿Las responsabilidades políticas por las muertes son las mismas?
- Propón soluciones para evitar las muertes de niños en el mundo y valora la complejidad de las soluciones planteadas para cada uno de los dos casos. ¿Dónde se ponen más medios para resolver el problema? ¿Por qué se ponen más medios? ¿Las posibilidades económicas son las mismas?
- ¿Es suficiente la ayuda que los países ricos prestan a los pobres?

Elaborad un panel donde quede recogida la puesta en común de la clase acerca de todas las respuestas.

#### A.24. Comentario

Las **soluciones** planteadas en el texto del 7 de abril de 2003, y que no hemos querido facilitar al alumnado para que intente encontrarlas son:

- **Lavarse las manos con jabón o ceniza** antes de preparar alimentos, antes de comer y después de defecar reduce considerablemente el riesgo de diarrea, incluso aunque la cantidad de agua disponible sea limitada.
- **Contar con instalaciones sanitarias salubres** y con letrinas separadas para niñas y niños **en los colegios** incentiva su uso y reduce la transmisión de enfermedades.
- **La gestión correcta de los desechos** y la **reubicación de los vertederos** lejos de los asentamientos humanos impide que los niños hurguen en la basura y se expongan a peligros.
- **Almacenar el agua salubre** en el hogar y tratarla cuando su calidad es dudosa beneficia a la salud, como se ha demostrado.
- **Poner mallas en la puertas, ventanas y aleros**, además de **utilizar mosquiteros impregnados** con insecticidas, es una manera muy eficaz de protegerse contra la malaria.

**Comienza la campaña de depuración del agua en Monrovia** (1 de septiembre de 2003).

Con el fin de controlar la actual epidemia de cólera y reducir al mínimo el riesgo de que se produzcan otros brotes de enfermedades transmitidas por el agua, como la disentería, la OMS, UNICEF y otros asociados en pro de la salud han empezado una campaña de cloración para depurar el agua de 5372 pozos de Monrovia, la capital de Liberia.

Fuente: <http://www.who.int/es/index.html>.

*Se pretende que el alumnado constate las diferencias, que valore el privilegio que tenemos de vivir en un país que tiene una legislación y una estructura sanitaria e higiénica que nos permiten vivir. Por otro lado, es importante que se den cuenta de lo imprescindible que es el agua para la vida, pero agua de buena calidad, y que quien no dispone de agua con calidad se juega la vida. Por tanto, hay que ser más solidarios, una ayuda económica podría proporcionar esos saneamientos a los que carecen de ellos, incluso de jabón, que seguramente no hay en muchos lugares. Se puede aprovechar para incidir en la importancia de los hábitos higiénicos.*

#### A.25. PRINCIPALES PROBLEMAS MUNDIALES A CAUSA DE LA ESCASEZ O DEL MAL USO DEL AGUA

Podríamos preguntarnos por qué en zonas en las que no se dispone de agua suficiente se potencian los cultivos de regadío, lo que provoca, sin duda, la sobreexplotación de los acuíferos. La respuesta está relacionada con la rentabilidad económica de este tipo de cultivos en explotaciones agrarias; basta con decir que una hectárea de terreno de regadío produce **seis veces** más que una hectárea de secano y genera una renta **4 veces superior** <http://hispagua.cedex.es/Grupo1/Noticias/diamundial/pnr.htm#>

Junto con el consumo insostenible de agua dulce en aquellos lugares en los que para poder cultivar regadío deben sobreexplotarse los acuíferos, hay que contemplar el deterioro de la calidad de lagos, ríos y acuíferos, debido a determinadas prácticas de los sectores agropecuario y forestal cuando se contaminan con el aporte de fosfatos, nitratos, plaguicidas, metales pesados e hidrocarbu-

ros, lo que constituye un problema serio en algunas zonas. Estos contaminantes son potencialmente nocivos para la salud humana y pueden invalidar la potabilidad del agua. Las aguas subterráneas contribuyen al caudal fluvial, y los contaminantes pueden colaborar a la eutrofización o a la toxicidad en otras partes del medio ambiente acuático. Además, el exceso de captaciones puede afectar de forma importante a los recursos hídricos subterráneos y a su calidad. La disminución del nivel freático hace posible la

entrada de agua salada en las aguas subterráneas de las zonas costeras.

Cada año 2.200.000 niños mueren debido a las diarreas provocadas por el mal estado del agua. *Se cifran entre 10.000 y 20.000 los niños que mueren cada día por enfermedades relacionadas con el agua y que son evitables. Millones de personas en la India y en Bangladesh beben agua contaminada con arsénico. Y las poblaciones que crecen en un mundo en desarrollo intensifican la presión sobre unas reservas limitadas.*

Después de haber aprendido los graves problemas que hay en el mundo a causa de la escasez y al mal uso y consumo del agua, elabora un listado de los que se han citado previamente. Puedes hacer grupos con los que se encuentren relacionados.

¿Cuáles son los principales problemas que hay en el mundo a causa de la escasez y mal uso del agua?

1.

2.

3.

4.

5.

6.

¿Cuáles son los principales problemas que hay en el mundo a causa de la escasez y mal uso del agua?

1. Desertificación, que conlleva la pérdida de superficie cultivada y/o de pastoreo = Falta de comida y hambre como consecuencia. Pérdida de recursos económicos. El Informe sobre Desarrollo Humano 2003 del PNUD presenta una serie de cifras y datos que califica de "bochornosos" y que debería mover a la reflexión. Entre ellos se encuentra que más de 1.000 millones de personas luchan todavía por sobrevivir con menos de 1 dólar diario. La mayoría de ellos no tiene acceso a los servicios de salud básicos ni al agua potable. (<http://www.manosunidas.org/ultimaHora/ultimahora.htm#Acceso>).

2. Crisis de agua: Pérdida de biodiversidad. Menos poblaciones de peces. La demanda de agua está aumentando cada vez más, e incluso más que el número de habitantes del planeta, por lo que podemos afirmar que por término medio el consumo individual también es mayor.
3. Los desastres naturales son más frecuentes y más devastadores, sobre todo para los países en desarrollo.
4. La contaminación del agua priva de una vida de calidad a millones de seres humanos. Tras la contaminación del agua "potable", la carencia de saneamientos adecuados y de infraestructuras que depuren y potabilicen el agua derivará en una mala calidad de ésta, que al ser consumida por las personas enfermarán, e incluso muchas morirán. El 80 por ciento de las enfermedades en los países subdesarrollados son resultado directo del consumo de agua contaminada. Estas enfermedades provocan anualmente más de 2,2 millones de muertos. *Fuente:* [http://www.manosunidas.org/ultimaHora/dia\\_agua.htm](http://www.manosunidas.org/ultimaHora/dia_agua.htm).
5. Pérdida de la calidad y cantidad de agua almacenada en los acuíferos debido a la contaminación y a la sobreexplotación que se está haciendo de ellos. Muchos han sufrido o están a punto de sufrir la intrusión marina.
6. Pérdida de los humedales y de toda la riqueza que encierran. En Europa, el 50% se encuentra en estado de riesgo.

### Actividad de ampliación

#### A.A.7. LOS TRASVASES DE AGUA. JUEGO DE ROL

Para llevar a cabo este juego, es indispensable que se interpreten con la mayor fidelidad los diferentes roles que corresponden a los diversos intereses existentes acerca de un trasvase. De todos son conocidos los problemas en torno al agua, pero, según las circunstancias, convicciones e intereses de cada persona, se establecen diferentes puntos de vista. A posteriori, podría proponerse una valoración de la situación e incluso intentar encontrar posibles soluciones.

Comenzamos con la formación de grupos con el alumnado de la clase. A cada grupo se le proporciona la información referente a las opiniones y argumentaciones del personaje o colectivo que representa. El juego comenzará un día después al del reparto de la información, de manera que puedan prepararse y asumir el papel que les toca.

En la siguiente clase los diferentes grupos se dispondrán en círculo, de modo que todas las personas integrantes puedan comunicarse sin obstáculos. La profesora o profesor será quien modere las intervenciones y establezca los turnos de palabra. Puede invitarse al alumnado de otra clase, o dejar a una parte del alumnado de la propia clase para que actúe como espectador (consulta en los anexos y amplía tu información).

#### COLECTIVOS REPRESENTADOS

**GOBIERNOS DE ZONAS DEFICITARIAS:** Están a favor del trasvase. Se trata de Comunidades Autónomas deficitarias en recursos hídricos, pero con un clima idóneo para la agricultura. Consideran que hay cuencas que presentan un caudal con sobrantes suficientes para abastecer las necesidades tanto de ellas mismas como de las Comunidades receptoras.

**GOBIERNOS DE ZONAS EXCEDENTARIAS:** Se oponen al trasvase. El agua de estas cuencas debe servir para promover su desarrollo económico y no para incrementar el de otras regiones. Señalan que el agua trasvasada servirá para impulsar, en las comunidades receptoras, nuevos proyectos agrícolas de regadío, así como nuevas urbanizaciones y grandes espacios de ocio.

**AGRUPACIONES ECOLOGISTAS:** Se oponen al trasvase, ya que supone graves alteraciones del medio ambiente, tanto en los ecosistemas fluviales de los ríos donantes como en los lugares por donde discurre el trasvase. Su propuesta consiste en que se fomenten políticas de ahorro en el consumo del agua y de reutilización de las aguas residuales depuradas para usos agrícolas. Temen que el agua sirva para promover campos de golf u otros servicios de ocio y esparcimiento en las zonas costeras.

**AGRICULTORES DE LAS ZONAS DEFICITARIAS:** Tienen grandes necesidades de agua para sus cultivos y solicitan urgentemente el trasvase. Cultivan una de las mayores áreas agrícolas de regadío, que posee un alto rendimiento (3 cosechas/año), con una producción de frutas y hortalizas que abastece al resto de las regiones.

**AGRICULTORES DE ZONAS EXCEDENTARIAS:** No están conformes con el trasvase, porque el uso de las aguas del río donante debe servir para potenciar su agricultura de regadío que, señalan, puede competir en cantidad y calidad con la de otras regiones.

**COMUNIDAD CIENTÍFICA:** Por lo general no está conforme con el trasvase. Valora especialmente las repercusiones que puede tener en el medio ambiente y entre otras opciones propone construir desalinizadoras. Señala que debe realizarse un estudio del impacto ambiental que se producirá con él.

**CONSEJO NACIONAL DEL AGUA (CNA).** Es un órgano consultivo que vela por la aplicación correcta del Plan Hidrológico. Todo proyecto de aguas tiene que pasar por sus manos antes de ver la luz, y el CNA es el que exige las condiciones necesarias para su cumplimiento.

El Consejo Nacional del Agua considera la transferencia del río donante como la más eficiente y adecuada para solucionar el déficit hídrico de la cuenca deficitaria.

Fuente: Adaptado de García, *et al.*, 2001.

### ¿Qué pretende el Plan Hidrológico Español?

El Plan Nacional Hidrológico Español (PNHE) pretende satisfacer las necesidades de agua del país transfiriéndola desde áreas donde hay "exceso" hasta otras con "déficit". El plan comprende un total de 863 actuaciones para todo el territorio español, que incluyen desde trabajos de mayor envergadura, tales como la construcción de nuevas presas, embalses, canalizaciones y regulaciones del cauce de los ríos o proyectos que aumenten la capacidad de embalses actuales, hasta actuaciones menores, como las de mejora de carreteras, incremento de la eficiencia en el riego y reparación de embalses, presas y canales ya existentes.

Además de seguir usando los trasvases ya existentes (acueducto Tajo-Segura) y promover el desarrollo de otras actuaciones, el principal bloque del PHN establece la creación de una nueva transferencia entre cuencas de 1.050 hectómetros cúbicos anuales desde el río Ebro hacia las siguientes zonas: Cataluña (190 hm<sup>3</sup>), Comunidad Valenciana (315 hm<sup>3</sup>), Murcia (450 hm<sup>3</sup>) y Almería (95 hm<sup>3</sup>). Así, el trasvase no sólo afectará a la cuenca del río Ebro en sí mismo, sino también a las cuencas internas de Cataluña, la cuenca del Júcar, la del Segura y la cuenca Sur (un total de 5 cuencas hidrográficas), lo que requiere el desarrollo de aproximadamente 381 infraestructuras hidráulicas y otras actuaciones. El 45% de los recursos se utilizará para abastecimientos domésticos (principalmente el área urbana de Barcelona), y los restantes volúmenes que se vayan a transferir están reservados para las áreas agrícolas que tienen derechos de riego o para mejorar la calidad ecológica de ecosistemas sujetos a degradación severa en el sur de España.

El coste global del Plan Hidrológico Nacional está estimado en 23.050 millones de euros. De éstos, 4.207 millones irán a parar a la infraestructura destinada al trasvase desde el Ebro; 8.869 millones de euros para otras actuaciones hidráulicas (construcción de presas, mejora de las infraestructuras de riego); 5.420 millones para desalación, tratamiento y abastecimiento de agua; 1.260 millones para control de la calidad del agua, y 3.294 millones para prevención de avenidas y reforestación.

Fuente: [http://www.wwf.es/aguas\\_politica\\_phn.php](http://www.wwf.es/aguas_politica_phn.php).

### ¿Qué es un trasvase?

Un trasvase es la desviación del caudal de un río fuera de su curso natural. Un canal para riego o un bombeo ya es un trasvase. No obstante, se habla técnicamente de trasvase cuando las aguas detraídas a un río salen de su cuenca. Así, en España el trasvase más conocido es el del Tajo-Segura, que lleva aguas de la cuenca del Tajo a la del Segura en el sureste peninsular.

Un trasvase como el mencionado, o como el proyectado del Ebro hacia Levante, supone costosísimas obras de infraestructura con un enorme impacto social y ambiental. Hay que construir embalses de regulación y almacenamiento e inundar valles y pueblos, hay que hacer bombeos gigantes con un alto gasto energético y construir cientos de kilómetros de canales.

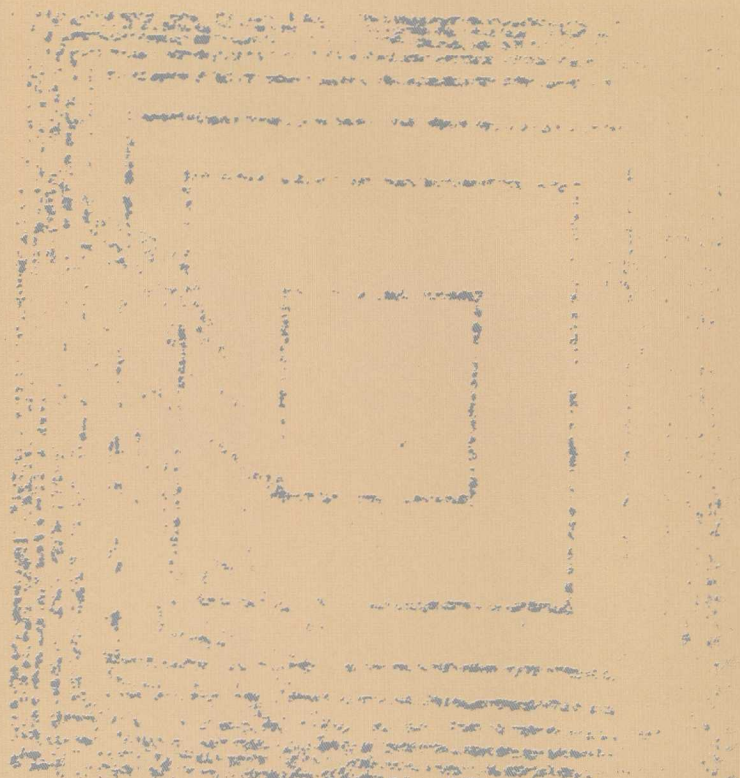
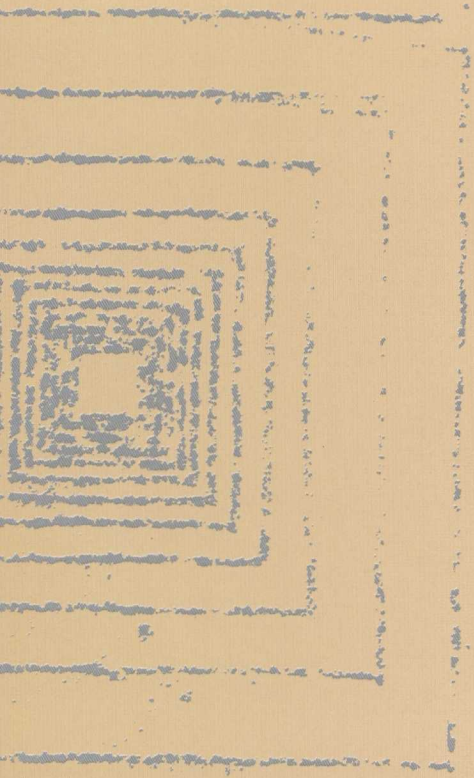
Fuente: <http://www.boreas.org/articulos/trasvase1.htm>

#### A.A.7. Comentario

*En el juego de rol lo más interesante es el debate que se establece, es lo que puede hacer que el alumnado se cuestione sus propias opiniones respecto al trasvase. Ponerse en el lugar del que consideran su enemigo es muy positivo, pues sentirse como él, intentando defender sus opiniones e intereses en contra de los suyos, genera un clima de comprensión y diálogo, imprescindible para que se resuelvan los problemas del mejor modo posible. No obstante, es muy importante que preparen la interpretación y es*

*conveniente que, además de la información facilitada, realicen una búsqueda bibliográfica para intentar conseguir información extra. Incluso se pueden confeccionar rótulos que identifiquen a los participantes con una determinada ideología para colocarlos delante de ellos: así todo el mundo sabrá quién toma el turno de palabra. En la sesión anterior a la del juego de rol se hace el sorteo entre el alumnado de la clase, poniendo el mismo número de papelitos que personas haya. En los papelitos se distribuyen los roles de manera que los grupos sean homogéneos en cuanto a número de personas.*





**¿Qué debemos hacer para  
consumir agua según  
un desarrollo sostenible?**



# ¿Qué debemos hacer para consumir agua según un desarrollo sostenible?

Los tratados de Maastricht (1991) y de Amsterdam (1997) consagran la protección del medio ambiente y el principio del desarrollo sostenible como ejes centrales de la Unión Europea. El desarrollo sostenible es uno de los principales objetivos de la Unión, junto con el progreso económico y social. Además, se ha intensificado la inclusión del desarrollo sostenible en el conjunto de políticas y actuaciones comunitarias.

Por otro lado, la Conferencia de Río de 1992 adoptó la Agenda 21, un manifiesto global para el desarrollo sostenible desde el punto de vista socioeconómico, cultural y medioambiental. Ésta refleja una nueva estrategia que preconiza un enfoque preventivo de los problemas medioambientales en detrimento de las actitudes reactivas tradicionales. La Agenda 21 declara que el desarrollo sostenible es responsabilidad de los gobiernos, lo que implica la definición y puesta en práctica de nuevas estrategias y de nuevos mecanismos de formulación y de aplicación de las decisiones y de relación entre las administraciones y entre éstas y los agentes sociales.

La **Directiva Marco del Agua de la Unión Europea** fue aprobada, tras un largo debate entre el Parlamento Europeo y la Comisión Europea, el 22 de diciembre de 2000. Supone un gran reto para la gestión del agua y engloba todas las directivas anteriores sobre esta materia. Los grandes principios de esta

Directiva Marco son la **cuenca hidrográfica** como unidad de gestión, que se corresponde con la unidad de funcionamiento natural del ciclo hidrológico, la **recuperación de costes en el precio del agua**, que incluya los debidos a la afección medioambiental, y la consecución del "buen estado ecológico" (biológico, hidromorfológico y físico-químico) de las aguas y los ecosistemas acuáticos como garantía de cantidad y calidad del agua (enfoque ecológico para el uso sostenible del agua), la contaminación de las aguas subterráneas y la eliminación en origen de sustancias peligrosas.

## A.26. CONDUCTAS PARA UN USO Y CONSUMO DE AGUA SEGÚN UN DESARROLLO SOSTENIBLE

Según un informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) 2001 sobre el uso sostenible del agua, **los altos costes y la falta de información están impidiendo que numerosos hogares europeos utilicen dispositivos capaces de reducir considerablemente su consumo de agua.**

Los hogares son los principales consumidores de agua en zonas urbanas, y entre la mitad y dos tercios del agua se utiliza en el aseo, el baño y la ducha.



Una de las conclusiones del informe de AEMA 2001 sobre el uso sostenible del agua es la **necesidad de facilitar mayor información al público en general sobre la importancia de reducir el consumo de agua y sobre las tecnologías disponibles** para alcanzar este objetivo.

En dicho informe se mencionan los aspectos y factores clave de la gestión de la demanda de agua en diversos sectores de la economía, como, por ejemplo, el **urbano**, el **industrial** y el **agrario**.

Asimismo, se analizan, principalmente sobre la base de resúmenes de estudios de casos

de toda Europa, las consecuencias medioambientales del ahorro de agua, los precios, los sistemas de medición por contadores, la reducción de fugas, la sustitución del agua en procesos industriales y la reutilización de aguas residuales para fines de riego.

Hay que pensar que la irrigación agrícola ha experimentado un considerable aumento en el sur de Europa durante los últimos quince años, por lo que la importancia de la reutilización directa de aguas residuales en la irrigación está aumentando en los países mediterráneos.

### Algunos consejos para ahorrar agua

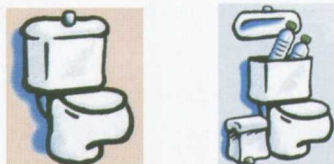
También en el recibo ahorrarás agua



Para reducir el consumo de agua de los grifos utilizar dispositivos de ahorro



Un baño consume mucha agua, es más recomendable utilizar la ducha en lugar del baño



Algunas cisternas emplean demasiada agua, para reducir su capacidad introducir en la cisterna una o dos botellas llenas de agua



Durante el enjabonado de manos, afeitado o cepillado de dientes no dejar el grifo abierto



En lugar de usar la lavadora o el lavavajillas con poca carga, es mejor utilizarlos cuando estén llenos

Todo el mundo tiene derecho a disponer de agua potable en casa, pero igualmente tiene el deber de cuidarla y no derrocharla.

#### • Utilizar dispositivos de ahorro de agua

Se puede reducir el caudal de entrada de agua cerrando un poco la llave de paso del agua o disponer de un **contador con reductor de caudal**.



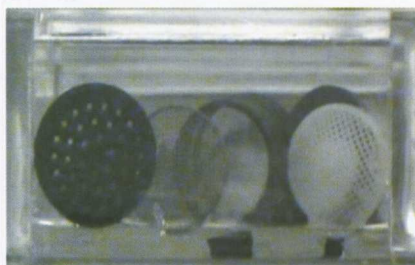
Contador ahorrador

Los dispositivos economizadores de agua para grifería pueden ser:

**Atomizadores:** Son los más conocidos, pulverizan el agua.

**Reductores:** Reducen el caudal en función de la presión.

**Perlizadores:** Tienen una malla superior muy fina de 0,25 mm y otra interior más gruesa de 1,25 mm, entre ambas se produce una acumulación de aire, de forma que se mezcla el aire y el agua y las gotas de agua salen en forma de "perlas".



Perlizador de grifo de cocina

El **grifo monomando** permite cortar la ducha durante el enjabonado y volver a abrirla sin necesidad de ajustar de nuevo la temperatura del agua.



Grifo termostático

El **grifo termostático** tiene un preselector de temperatura, al volver a abrir el grifo el agua sale con los mismos grados que tenía cuando se cerró.

Fuente: Exposición *El agua, un bien escaso*. Consejería de Medio Ambiente. Comunidad de Madrid

El consumo de agua que se produjo en 1999 en una zona agrícola como la Comunidad Valenciana fue de: 346.073 m<sup>3</sup>, abastecimiento urbano, 79.380 m<sup>3</sup>, abastecimiento industrial, y 2.166.334 m<sup>3</sup>, irrigación sector agrario. El consumo medio por persona y día se estima en 166 litros. *Fuente: INE.*

a) ¿Crees que en las ciudades, campo e industria se utiliza el agua según un desarrollo sostenible?

<p>¿Se utiliza el agua en las ciudades según un desarrollo sostenible? Justifica tu respuesta.</p>	
<p>¿Se utiliza el agua en el campo según un desarrollo sostenible? Justifica tu respuesta.</p>	
<p>¿Se utiliza el agua en la industria según un desarrollo sostenible? Justifica tu respuesta.</p>	

b) ¿Qué podrían hacer las administraciones para mejorar su consumo?

c) ¿Qué haces en tu vida cotidiana que refleje que usas el agua según un desarrollo sostenible?

### A.26. Comentario

*En la mayoría de los lugares no se usa y consume agua según un desarrollo sostenible, aunque, si se pusiese voluntad y esfuerzo por parte de todos, tanto organismos como personas, podríamos conseguirlo. Sabemos que el uso de tecnologías como mecanismos de evacuación del agua del retrete de volumen reducido y dispositivos de ahorro de agua en grifos, puede reducir el consumo de agua a la mitad para estas necesidades. Sin embargo, estos dispositivos no se utilizan de forma generalizada, quizá por falta de información sobre dichas tecnologías y/o su coste relativamente elevado.*

*La facturación mediante contadores del consumo de agua en los hogares y la reducción de fugas en la red de distribución constituyen aspectos fundamentales de la gestión de la demanda de agua. La introducción de sistemas de medición permite realizar ahorros inmediatos en el uso de agua de entre el 10 y el 25% del consumo.*

*Las pérdidas como consecuencia de fugas pueden ser muy elevadas –por ejemplo, hasta el 75% en Albania–, pero en el informe se reconoce que el alto coste que suponen la búsqueda y la reparación de fugas puede desincentivar la aportación de soluciones para este problema.*

*Un suministro de agua fiable y una protección de los recursos hídricos a través de una buena gestión del agua son esenciales para proteger todos los aspectos de la vida humana, así como los ecosistemas dependientes. Si bien es verdad que el uso del agua varía en toda Europa en función de diferentes climas, culturas, costumbres, economías y condiciones naturales, numerosos países afrontan el reto común de arreglárselas con unos recursos hídricos limitados, en términos tanto cuantitativos como cualitativos.*

a) *Las respuestas del alumnado pueden ser las que siguen.*

<p>¿Se utiliza el agua en las ciudades según un desarrollo sostenible? Justifica tu respuesta.</p>	<p>La gestión del agua en una ciudad es competencia de su ayuntamiento. No todas las ciudades gestionan el uso y consumo de agua según un desarrollo sostenible. Algunas de las posibles acciones que puede llevar a cabo un ayuntamiento para conseguirlo son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evitar fugas de agua potable por deterioro de la red de suministro de agua.</li> <li>2. Evitar un consumo innecesario en fuentes de agua potable públicas, de manera que no mane inútilmente.</li> <li>3. Evitar filtraciones de aguas residuales por deterioro del alcantarillado, lo que podría contaminar los acuíferos.</li> <li>4. Evitar el vertido de residuos urbanos en lugares cercanos a los cursos de agua.</li> <li>5. Tratar las aguas residuales antes de ser vertidas a los cursos de agua.</li> <li>6. Evitar la utilización de agua potable para regar jardines y zonas arboladas, campos de deporte, etc., y disponer de sistemas de irrigación por goteo.</li> <li>7. Evitar la utilización de agua potable en las fuentes ornamentales, pudiendo ser agua no potable y reciclarse en el circuito.</li> <li>8. Controlar el estado de tuberías y los dispositivos automáticos de grifos de colegios y de otros edificios públicos.</li> <li>9. Tener dispositivos de ahorro en cisternas y en grifos.</li> <li>10. Hacer campañas que favorezcan el desarrollo de una verdadera valoración del agua y la comprensión de que es un recurso limitado.</li> <li>11. Influir para que en el recibo del agua se favorezca un menor consumo.</li> </ol>
<p>¿Se utiliza el agua en el campo según un desarrollo sostenible? Justifica tu respuesta.</p>	<p>En la industria el mayor problema es la eliminación de sus residuos que, en muchos casos, son altamente tóxicos y deterioran seriamente la calidad de las aguas. Podemos entender que la industria lleva a cabo prácticas según un desarrollo sostenible cuando:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Existe una depuradora que trata los residuos líquidos antes de ser vertidos a los cursos de agua.</li> <li>2. Investiga modos de obtener los productos fabricados más respetuosos con el medio ambiente.</li> </ol>
<p>¿Se utiliza el agua en la industria según un desarrollo sostenible? Justifica tu respuesta.</p>	<p>El consumo del agua en el campo es el mayor de todos y, además, la mayoría de acuíferos se deteriora con las prácticas agrarias. Algunas de las prácticas que se deberían aplicar son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tener las infraestructuras que permitan regar por goteo y no por inundación, ya que, además del excesivo consumo de agua, se contaminan en mayor medida los acuíferos.</li> <li>2. Si el tipo de cultivo no favorece el riego por goteo, utilizar el riego por aspersión.</li> <li>3. No cultivar en secano cultivos de regadío.</li> <li>4. No sobreexplotar los acuíferos con un exceso de pozos de bombeo.</li> <li>5. Buscar modos alternativos a los plaguicidas para combatir las plagas de los cultivos.</li> <li>6. Utilizar abonos orgánicos en lugar de químicos.</li> <li>7. Ofrecer cursos de formación para los agricultores.</li> <li>8. Utilizar el agua de acequias y ríos no tirando residuos de ningún tipo en su cauce.</li> <li>9. No aterrar los humedales para obtener tierras de cultivo.</li> </ol>

- b) Llevar a cabo campañas de sensibilización y fomento del respeto por el entorno y especialmente por este recurso vital que es el agua.
- c) Destacamos algunas de las acciones que podemos llevar a cabo para conseguir un uso y consumo de agua según un desarrollo sostenible.

#### Consumo urbano:

- **Consumo doméstico**
- **Consumo cotidiano**
- **Consumo en el jardín**

#### Consumo doméstico

1. Utilizar dispositivos de ahorro (ahorrarás el 50% del consumo habitual).
2. Utilizar la ducha en lugar del baño (ahorrarás 100 litros cada vez que lo hagas, siempre que no mantengas el grifo abierto mientras te enjabonas).
3. Introducir algún objeto en la cisterna para reducir su capacidad (ahorrarás entre 1 y 2 litros cada vez que la uses), o bien utilizar cisternas con doble opción de vaciado de carga.
4. No dejar el grifo abierto durante el enjabonado, cepillado de dientes y afeitado (ahorrarás 12 litros por minuto).
5. Utilizar la lavadora y el lavavajillas cuando estén llenos.
6. Cerrar ligeramente la llave de paso de la vivienda para disminuir el caudal de los grifos.
7. Utilizar el cubo de basura para retirar los restos de comida de la vajilla.
8. En el mantenimiento de los grifos e instalaciones del hogar, revisar regularmente la existencia de goteras y repararlas de inmediato.
9. Al utilizar lavadoras y lavavajillas, seleccionar los programas cortos, de bajo consumo y más adecuados a su necesidad.

#### 10. Instalar contadores individuales.

11. En lugar de lavar bajo el chorro de agua, cerrar el grifo y utilizar el tapón.

#### Consumo cotidiano

1. No arrojar al inodoro restos de productos utilizados en la higiene personal, colocar una papelera en el cuarto de baño.
2. No descongelar los alimentos bajo el chorro del grifo.
3. Utilizar las estaciones de lavado en lugar de lavar el coche con la manguera.
4. Cerrar la llave de paso del agua a la vivienda para evitar fugas e inundaciones durante las vacaciones o ausencias prolongadas.

#### Consumo en el jardín

1. En lugar de utilizar la manguera para limpiar patios, garajes, terrazas, etc., utilizar la escoba y el recogedor y, si es necesario, la fregona.
2. Recurrir a especies autóctonas al seleccionar las plantas del jardín.
3. No realizar riegos excesivos.
4. No regar durante las horas centrales del día, hacerlo por la noche o en las horas más frescas del día.
5. En los trabajos de conservación del jardín, mantener los alcorques limpios, bien definidos y libres de malas hierbas.
6. Emplear sistemas de riego por goteo para árboles, arbustos y setos.
7. En el sistema de riego por aspersión, diseñar correctamente la posición, cobertura y caudal de los aspersores.
8. Para mantener el agua de la piscina, recomendamos utilizar sistemas de

depuración que permiten la reutilización constante del agua y ducharse antes de entrar en la piscina.

Fuente: Exposición *El agua un bien escaso*. Consejería de Medio Ambiente. Comunidad de Madrid.

del agua, desde que se capta en los ríos o embalses hasta que llega a los grifos de las casas, y desde allí hasta que se depura y se devuelve al medio natural.

El agua debe contemplarse como un patrimonio que hay que proteger; por ello, es necesario que se tenga en cuenta el principio de la Directiva Marco relativa al Agua que dice que se ha de llevar a cabo una política de fijación de precios que incentive el ahorro, y que el contaminador debe pagar para que se pueda tratar el agua que haya ensuciado.

### A.27. EL RECIBO DEL AGUA

El precio del agua se establece a partir de los costes que comporta su gestión. Una gestión que incluye todos los servicios del ciclo

**Consumo de agua en m<sup>3</sup>.**

**La cuota de consumo es la cantidad de agua consumida multiplicada por el precio del m<sup>3</sup>.**

**La cuota de servicio es el coste mínimo fijo que se deriva de tener agua a tu disposición al abrir el grifo, aunque tu no la consumas.**

**La conservación del contador es la cantidad que pagas a la empresa que te realiza el mantenimiento de tu contador y que varía en función del calibre, acorde con las necesidades de consumo.**

**Canon: Prestación pecuniaria periódica que grava una concesión gubernativa o un disfrute en el dominio público.**

**La tasa de alcantarillado se emplea en conservar y mejorar la red de recogida de aguas usadas.**

**Cuota de consumo y cuota de servicio del canon de saneamiento se emplean para tratar y depurar las aguas que han sido usadas.**

**Suma total es la suma del total por suministro más la suma del total por tasas y cánones.**

Tras observar la tabla adjunta, responde a las preguntas que se plantean a continuación:

Ciudad	Precio m <sup>3</sup> 1 <sup>er</sup> Bloque	Precio m <sup>3</sup> 2 <sup>o</sup> Bloque	Precio m <sup>3</sup> 3 <sup>er</sup> Bloque	Precio m <sup>3</sup> 4 <sup>o</sup> Bloque
Albacete	0,165639 € 00 a 15 m <sup>3</sup>	0,220206 € 15,01 a 30	0,385595 € 30,01 a 45	0,558359 € más de 45
Alicante	0,010 € 00 a 15 m <sup>3</sup>	0,634 € 16 a 45	0,913 € 46 o más	No lo tienen
Badajoz	Precio único de 0,45 € por m <sup>3</sup> de agua consumida			
Cullera	0,18 € 01 a 45 m <sup>3</sup>	0,32 € 46 a 99	0,47 € 100 o más	No lo tienen
Paterna	0,25 € 00 a 27 m <sup>3</sup>	0,38 € 27,01 a 40	0,52 € 40,01 a 60	0,66 € más de 60
Sagunto	0,219790 € 00 a 45 m <sup>3</sup>	0,395646 € 45,01 a 120	0,769296 € más de 120	No lo tienen



- Compara los precios por consumo de agua potable en las ciudades que te proponemos. ¿En qué ciudad podemos afirmar que el agua potable es más cara?
- ¿Se podría relacionar el mayor precio del agua con la escasez en dicha ciudad? Razona tu respuesta.
- ¿En qué ciudad es en la que más se fomenta el ahorro? ¿En cuál menos? ¿En qué te basas para afirmarlo?
- ¿Qué sentido tiene establecer bloques de consumo de agua con un precio diferente para cada uno de ellos?
- ¿Cuál sería el coste del recibo de agua que te habría llegado a casa en cada una de estas ciudades?
- Analiza el recibo del agua que llega a tu casa.

### A.27. Comentario

Se refleja en esta actividad la política de ahorro de agua al fijar el precio del recibo, de manera que, si se consume una pequeña cantidad de agua, el metro cúbico se paga a un precio muy inferior que si el gasto es elevado.

- En primer lugar, establecemos un consumo muy bajo e igual para cada una de estas ciudades, por ejemplo, 13 m<sup>3</sup>. Si calculamos lo que habría que pagar en cada una de ellas por este consumo obtendremos:

Ciudad	¿Cuánto habría que pagar por un consumo de 13 m <sup>3</sup> ?
Albacete	$0,165639 \cdot 13 = 2,15 \text{ €}$
Alicante	$0,010 \cdot 13 = 0,13 \text{ €}$
Badajoz	$0,45 \cdot 13 = 5,85 \text{ €}$
Cullera	$0,18 \cdot 13 = 2,34 \text{ €}$
Paterna	$0,25 \cdot 13 = 3,25 \text{ €}$
Sagunto	$0,219790 \cdot 13 = 2,86 \text{ €}$

De la comparación podemos deducir que el agua más barata es la de Alicante, seguida por la de Albacete. Pero si se consumiese una gran cantidad de agua, ¿seguiría siendo el agua de Alicante la más barata? Para comprobarlo calculemos ahora lo que costaría un consumo de 47 m<sup>3</sup> en cada una de estas ciudades.

Ciudad	¿Cuánto habría que pagar por un consumo de 47 m <sup>3</sup> ?
Albacete	$0,165639 \cdot 15 + 0,220206 \cdot 15 + 0,385595 \cdot 15 + 0,558359 \cdot 2 = 2,484585 + 3,30309 + 5,783925 + 1,116718 = 12,69 \text{ €}$
Alicante	$0,010 \cdot 15 + 0,634 \cdot 30 + 0,913 \cdot 2 = 0,15 + 19,02 + 1,826 = 21,18 \text{ €}$
Badajoz	$0,45 \cdot 47 = 21,15 \text{ €}$
Cullera	$0,18 \cdot 45 + 0,32 \cdot 2 = 8,1 + 0,64 = 8,74 \text{ €}$
Paterna	$0,25 \cdot 27 + 0,38 \cdot 13 + 0,52 \cdot 7 = 6,75 + 4,94 + 3,64 = 15,36 \text{ €}$
Sagunto	$0,219790 \cdot 45 + 0,395646 \cdot 2 = 9,89055 + 0,791292 = 10,68 \text{ €}$

De la comparación de los resultados finales podemos afirmar que los 47 m<sup>3</sup> resultan más caros en Alicante, seguida muy de cerca por Badajoz; la ciudad en la que se pagarían a menor precio sería Cullera.

Podemos constatar que Alicante ha pasado de ser la ciudad en la que el agua potable era

la más barata a ser la más cara. No ocurre lo mismo en el caso de Badajoz que, con un consumo de 13 m<sup>3</sup>, era la más cara; en cambio, para un mismo consumo de 47 m<sup>3</sup>, sigue muy de cerca en el precio a Alicante.

- No parece tener ninguna relación porque el agua potable de Badajoz es la más cara

y en cambio es mucho más turística Cullera, que es de las más baratas. Aunque sí es cierto que Badajoz se encuentra entre las ciudades más áridas de España. En el caso de Alicante, podría tener relación el precio del agua con la escasez, pero en otras ciudades como Cullera o Sagunto no parece que abunde, ya que en todas ellas se sufren problemas de agua, pero no diferencian tanto como Alicante el precio para un consumo reducido.

- c) Se fomenta más el ahorro en Alicante y menos en Badajoz. Podemos constatarlo al comparar los precios del agua en todas las ciudades y observar que la de Alicante pasa de ser la más cara en un consumo elevado a ser la más barata en consumo reducido. Mientras que el agua de Badajoz tiene siempre el mismo precio independientemente del consumo que se realice.
- d) El agua debe contemplarse como un patrimonio que hay que proteger; por ello, es necesario que se tenga en cuenta el principio de la Directiva Marco relativa al agua que dice que se ha de implantar una política de fijación de precios que incentive el ahorro y que el contaminador

debe pagar para que se pueda tratar el agua que haya ensuciado. Por tanto, el sentido que tiene establecer bloques de consumo de agua con un precio diferente y creciente para cada uno de ellos es fomentar el ahorro, ya que conforme se gasta más cantidad de agua se paga a mayor precio el metro cúbico.

Pero si, por el contrario, los bloques son de precios decrecientes que provocan que el metro cúbico se pague a menor precio cuanto mayor sea el consumo, lo que se fomenta es el derroche.

- e) La respuesta a esta actividad es diferente para cada recibo, pero, como anteriormente hemos resuelto el cálculo del consumo de  $47 \text{ m}^3$  y el de  $13 \text{ m}^3$  para cada una de las ciudades propuestas, no añadimos ningún otro.
- f) La respuesta depende de la ciudad en que se viva.

## A.28. LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE

El agua es un tesoro para nuestro cuerpo. Nos permite vivir, lavarnos, e incluso puede

Según el contenido global en minerales, o de algunos de ellos, se distinguen varios tipos de agua mineral natural:

- **Aguas de mineralización muy débil:** residuo seco de hasta 50 mg/l
- **de mineralización débil:** residuo seco de hasta 500 mg/l
- **de mineralización fuerte:** residuo seco superior a 1.500 mg/l
- **bicarbonatadas:** más de 600 mg/l de bicarbonato
- **sulfatadas:** más de 200 mg/l de sulfatos
- **cloruradas:** más de 200 mg/l de cloruro
- **cálcicas:** más de 150 mg/l de calcio
- **magnésicas:** más de 50 mg/l de magnesio
- **fluoradas,** o que contienen fluoruros: más de 1 mg/l de fluoruros
- **ferruginosas,** o que contienen hierro: más de 1 mg/l de hierro
- **bivalente aciduladas:** más de 250 mg/l de  $\text{CO}_2$  libre
- **sódicas:** más de 200 mg/l de sodio. Las indicadas para dietas pobres en sodio no deben sobrepasar los 20 mg/l de sodio.

Fuente: [http://revista.consumer.es/web/es/20000901/actualidad/analisis1/30192\\_3.jsp#3](http://revista.consumer.es/web/es/20000901/actualidad/analisis1/30192_3.jsp#3)

curar. Desde antiguo se sabe que ciertas aguas cargadas de sales minerales y las aguas calientes (termales) pueden curar enfermedades. Hoy se siguen utilizando algunas con fines terapéuticos; por ejemplo, para curar enfermedades de riñón o digestivas.

Aunque en muchas ciudades se puede beber el agua del grifo, algunas personas prefieren consumir agua embotellada, generalmente agua mineral natural, que se obtiene de un manantial. En su composición hay una cantidad variable de minerales.

Las **aguas de mineralización más baja son las más adecuadas**, en general, para los ancianos, las personas con problemas renales y los niños, especialmente los bebés. Se recomienda para estos casos que sea agua **sin**

**flúor y con muy bajo contenido en nitratos** (como mucho, 10 mg/l; la OMS establece como nivel máximo tolerable el de 50 mg/l).

Las aguas con sustancias contaminantes no son adecuadas para el consumo humano, y se consideran como tales las que contienen trihalometanos, cantidad máxima permitida 100 µ/l, metales pesados, pesticidas y herbicidas; especialmente peligrosas son las triazinas, el arsénico, los microorganismos o cualquier sustancia tóxica o capaz de producir enfermedad. A continuación ofrecemos información complementaria obtenida de la revista *Consumer* (junio de 1998), que facilita los valores adecuados de diferentes componentes del agua potable, y que nos permitirá valorar la calidad de diversos tipos de agua potable.

#### Mineralización y dureza

Las aguas con una mineralización alta son las que poseen un contenido elevado de minerales (cloruros, sulfatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio); a mayor conductividad, más minerales tiene el agua.

Con respecto a la dureza del agua (concentración de iones alcalinotérreos en disolución), ésta será más dura cuanto mayor sea la cantidad de calcio y magnesio. Por encima de 200 miligramos por litro (mg/l), el agua puede originar incrustaciones o depósitos de cal en los sistemas de distribución y en los electrodomésticos que utilizan agua caliente. Al lavar con aguas duras, el jabón apenas hace espuma. Por su parte, las blandas (por debajo de 100 mg/l) resultan más corrosivas para las tuberías. Conocer la dureza de las aguas de la red pública ayuda a acertar con la dosis de detergente que requieren las lavadoras.

#### Nitratos, bien

La actividad de ciertos microorganismos y procesos enzimáticos puede provocar la reducción de los nitratos a nitritos. Los nitritos son capaces de formar nitrosaminas en el organismo por combinación con aminas procedentes de otros alimentos, y son supuestamente cancerígenos.

También pueden provocar cianosis en los lactantes, o bloqueo de las moléculas de hemoglobina de los glóbulos rojos, pudiendo llegar a la asfixia del bebé. Por ello, se aconseja el agua mineral para los biberones. En las aguas superficiales y subterráneas, los nitratos naturales son unos pocos miligramos por litro. Pero esta concentración se puede alterar por factores como el aumento de temperaturas, los microorganismos, el grado de oxigenación, la presencia de materia orgánica, y las prácticas agrícolas. El contenido en nitratos permite una valoración de la calidad del agua y proporciona información sobre problemas medioambientales como la eutrofización o carencia de oxígeno en el agua. La norma marca 25 mg/l como valor de calidad para los nitratos, y una concentración máxima de nitratos y nitritos de 50 mg/l y 0,1 mg/l, respectivamente.

Continuando con las determinaciones físicas, la concentración máxima de amoníaco en las aguas potables de consumo público es de 0,5 mg/l. El amoníaco presente en el agua potable no tiene importancia inmediata sobre la salud, si bien puede dar lugar a la formación de nitritos en los sistemas de distribución, crear problemas de sabor y olor y poner en peligro la eficacia de la desinfección.

Es indeseable también la presencia de plaguicidas, insecticidas o herbicidas.

En la siguiente tabla te suministramos información referida al año 1998 acerca de la calidad del agua potable de diversas ciudades españolas:

Resultados analíticos de las aguas de consumo público agrupadas por provincias									
Población	Habitantes	Valores analíticos en mg/l							
		Calcio	Magnesio	Flúor	Nitratos	Sulfatos	Cloruros	Sodio	Potasio
Benidorm	50.496	68,1	6,3	-	4,2	48,8	23,1	11,7	1,1
Alicante	272.432	64,0	106,5	0,04	13,9	461,0	209,4	112,5	0,3
Badajoz	134.710	-	-	0,25	1,0	-	-	-	-
Cullera	20.397	157,0	52,5	0,29	65,5	288,5	88,0	51,0	1,6
Paterna	46.380	167	40	0,29	33	338	124	107	3,0
Sagunto	56.607	264	68	0,29	84	591	112	70	2,7
Valencia	739.412	121,0	33,0	0,28	6,0	219	53	41	2,6
Castellón	137.741	131,0	30,9	0,32	20,0	218,0	55,2	17,0	6,0

Datos obtenidos de la Direcció General de Calitat Ambiental. Conselleria de Medi Ambient. Generalitat Valenciana.

Resultados analíticos de las aguas de consumo público agrupados por provincias									
Población	Total residuo seco	Valores analíticos en mg/l							
		Calcio	Magnesio 50 mg/l valor máx. autorizado	Flúor 1,5 mg/l valor máx. autorizado	Nitratos 50 mg/l valor máx. autorizado	Sulfatos 250 mg/l valor máx. autorizado	Cloruros 250 mg/l valor máx. autorizado	Sodio 200 mg/l valor máx. autorizado	Potasio 10 mg/l valor máx. autorizado
		Dureza: Ca + Mg							
Benidorm									
Alicante									
Badajoz									
Cullera									
Paterna									
Sagunto									
Valencia									
Castellón									

Con la ayuda de la información facilitada en esta actividad, interpreta la tabla precedente valorando la calidad del agua de las ciudades a partir de sus contenidos mineralógicos:

Valoración de la calidad de las aguas potables	
Benidorm	
Alicante	
Badajoz	
Cullera	
Paterna	
Sagunto	
Valencia	
Castellón	

### A.28. Comentario

La valoración de la calidad del agua "potable" de diversas ciudades es una actividad compleja, para hacerlo hay que tener en

cuenta los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano establecidos en el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, BOE nº 45.

Valoración de la calidad de las aguas potables	
Benidorm	Mineralización débil, agua blanda, demás parámetros correctos. De las mejores.
Alicante	Mineralización fuerte, agua dura, supera el VMA en Mg, y sulfatos, se acerca al VMA en cloruros. Se puede afirmar que el agua no es potable.
Badajoz	Mineralización muy débil, agua muy blanda, con mayor cantidad de flúor que Alicante, casi sin nitratos. De las mejores.
Cullera	Mineralización fuerte, agua dura, supera el VMA en Mg, nitratos y sulfatos, con flúor. Se puede afirmar que el agua no es potable.
Paterna	Mineralización fuerte, agua dura, supera el VMA en sulfatos y el valor de calidad para nitratos, con flúor. Se puede afirmar que el agua no es potable.
Sagunto	Mineralización fuerte, agua muy dura, supera el VMA en Mg, nitratos y sulfatos, con flúor. Se puede afirmar que el agua no es potable.
Valencia	Mineralización débil (cerca de 500 mg/l de residuo seco, a partir de los cuales se considera fuerte), agua dura, con flúor y cantidad de sulfatos acercándose al límite.
Castellón	Mineralización débil (cerca de 500 mg/l de residuo seco, a partir de los cuales se considera fuerte), agua dura, la que más flúor tiene de las valoradas y con 20 mg/l de nitratos, se acerca al VMA en sulfatos

Resultados analíticos de las aguas de consumo público agrupados por provincias									
Población	Total residuo seco	Valores analíticos en mg/l							
		Calcio	Magnesio 50 mg/l valor máx. autorizado	Flúor 1,5 mg/l valor máx. autorizado	Nitratos 50 mg/l valor máx. autorizado	Sulfatos 250 mg/l valor máx. autorizado	Cloruros 250 mg/l valor máx. autorizado	Sodio 200 mg/l valor máx. autorizado	Potasio 10 mg/l valor máx. autorizado
		Dureza: Ca + Mg							
Benidorm	163,3	74,4 mg/l Agua blanda		-	4,2	48,8	23,1	11,7	1,1
Alicante	967,64	170,5 mg/l Agua dura supera valor máx. autorizado de Magnesio		0,04	13,9	461,0 supera valor máx. autorizado	209,4	112,5	0,3
Badajoz	1,25	0 mg /l Muy blanda		0,25	1,0	-	-	-	-
Cullera	704,39	209,5 mg/l Agua dura supera valor máx. autorizado de Magnesio		0,29	65,5 supera valor máx. autorizado	288,5 supera valor máx. autorizado	88,0	51,0	1,6
Paterna	812,29	207 mg/l Agua dura		0,29	33 supera el valor de calidad (25)	338 supera valor máx. autorizado	124	107	3,0
Sagunto	1.191,99	332 mg/l Agua muy dura supera valor máx. autorizado de Magnesio		0,29	84 supera valor máx. autorizado	591 supera valor máx. autorizado	112	70	2,7
Valencia	475,88	154,0 mg/l Agua dura		0,28	6,0	219	53	41	2,6
Castellón	478,42	161,9 mg/l Agua dura		0,32	20,0	218,0	55,2	17,0	6,0

## A.29. ¿QUÉ ENSUCIA Y CONTAMINA EL AGUA?

**Contaminación urbana:** es la producida por los ciudadanos desde sus domicilios, debida a múltiples causas:

- a) Uso de determinados productos de limpieza, como jabones o detergentes con fosfatos o potasio, que incidirán en la **eutrofización**.

**Eutrofización:** Incremento de sustancias nutritivas en aguas dulces de ríos, lagos o embalses. Debido a este exceso de nutrientes, crecen en abundancia plantas y otros organismos vegetales. Más tarde, cuando mueren, se pudren y llenan el agua de malos olores y le dan un aspecto nauseabundo, con lo que disminuye drásticamente su calidad. El proceso de putrefacción consume una gran cantidad del oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos. El resultado final es un ecosistema casi destruido.



Agua eutrofizada del río Bolbaite Chella (Valencia)

- b) Los residuos orgánicos de las personas (excrementos y orinas) vertidos en las aguas también pueden originar una eutrofización por su alto contenido en materia orgánica.
- c) Uso de productos diversos, como desatascadores, lejías, limpiadores con amoníaco, etc., todos ellos tóxicos y corrosivos.
- d) Los vertidos de aceite por los desagües de pilas de cocina o por el inodoro. El aceite se queda en la superficie del agua e impide el intercambio de gases entre el medio acuático y el aéreo. Las colillas contaminan con su nicotina.

**Contaminación agrícola:** Las plantas para alimentarse necesitan nitrógeno y fósforo. Si no los pueden obtener de forma natural, hay que suministrarlos por medio de los fertilizantes, que pueden ser orgánicos (estiércol o compost) o químicos (nitratos y fosfatos).

Si son químicos, se produce la contaminación del agua por nitratos y fosfatos, lo que puede originar la inutilización de acuíferos subterráneos y la **eutrofización** de las aguas superficiales.

En la Comunidad Valenciana hay 46 municipios que ofrecen a sus vecinos agua no recomendable. Uno de cada 10 habitantes valencianos se ve afectado por este problema.

También son contaminantes del agua los herbicidas, fungicidas e insecticidas agrícolas. Especialmente peligrosos son los insecticidas persistentes que se bioacumulan, es decir, se quedan almacenados en los seres vivos pasando de unos a otros. El contenido del producto tóxico en los tejidos será mayor cuanto mayor sea el nivel trófico al que pertenece el individuo.

**Contaminación industrial:** Depende del tipo de industria, pero, en conjunto, las industrias utilizan alrededor de una cuarta parte del agua del mundo, aunque sólo consumen una pequeña fracción, porque la mayor parte se destina para enfriar, procesar u otras actividades.

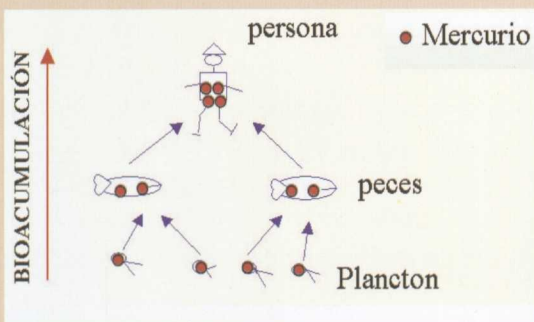
**El agua contaminada, causa de muerte**  
Un informe del Fondo Mundial para la Vida Silvestre dado a conocer en la Cumbre Mundial

sobre Desarrollo Sostenible, en Johannesburgo en 2002, afirma que la falta de agua limpia es la causa principal de casi diez mil muertes al día en el continente negro por enfermedades causadas por la presencia de bacterias en el líquido. Según los contaminantes, se pueden producir diversas enfermedades, por ejemplo, cuando el agua ha sido contaminada con mercurio o con plomo. Veamos un caso:

En 1932 una empresa japonesa vertía mercurio al mar, y la población se alimentaba de pescado.

El plancton, al filtrar el agua con mercurio, incorporaba en su organismo una gran cantidad de éste, en forma de metilmercurio. El plancton era comido por peces que, a su vez, también retenían el mercurio en su organismo, pero en mayor concentración, y si los peces eran comidos por una persona, ésta acumulaba una mayor cantidad de metal de la que tenían aquéllos.

En resumen, en la cadena trófica se produce la bioacumulación de mercurio. Esto produce en los organismos enfermedades musculares, malformaciones, e incluso la muerte.



### Estado y utilización de las aguas subterráneas en la Comunidad Valenciana

Actualmente los recursos subterráneos disponibles en el territorio de la Comunidad Valenciana ascienden a 1.497,5 hm<sup>3</sup>/año, y los superficiales, a 1.262,5 hm<sup>3</sup>/año. El 68% de los subterráneos se concentran en la zona central de la Comunidad Valenciana (Turia, Júcar, Serpis y Marina Alta), mientras que las zonas ubicadas al sur de la Comunidad Valenciana tienen una situación deficitaria, tanto por lo limitado del volumen como por la calidad por la salinización progresiva.

"El agua de los acuíferos costeros de las planas de Vinaròs, Castellón y Sagunto soportan 200 miligramos de nitratos por litro, cuando el tope establecido por la OMS es de 50" (Rico Amorós, 2002).

El nitrato es el contaminante inorgánico más conocido. Procede de diferentes fuentes: aplicación de fertilizantes, pozos sépticos que no estén funcionando bien, lagunas de retención de desperdicios sólidos no impermeabilizadas y la infiltración de aguas residuales o tratadas. Está demostrado que altos niveles de nitrato en el cuerpo pueden limitar la capacidad de la sangre de transportar oxígeno.

**Contaminación de las aguas subterráneas:** la conservación de la calidad de las aguas subterráneas debe regirse por el principio de prevención, que evita que se produzca su contaminación estableciendo los medios y normativas que limiten el vertido incontrolado, la instalación de actividades peligrosas y la aplicación indiscriminada de productos agroquímicos.

Las aguas subterráneas se encuentran mejor protegidas frente a la contaminación que las aguas superficiales. Sin embargo, una vez incorporado el contaminante al flujo subterráneo, resulta extremadamente difícil y costoso detectar su presencia, conocer su desplazamiento y evolución y detenerlo antes de su llegada a manantiales o pozos de explotación. Son muchas las situaciones que pueden producir un deterioro incluso irreversible en las aguas subterráneas.

### Causas fundamentales de la contaminación de las aguas subterráneas

*Infiltración de los vertidos, fugas de las aguas residuales y vertido accidental de tóxicos.*

*Uso de fertilizantes y pesticidas en los regadíos y secanos intensivos.*

*Vertido de purines (componentes de los excrementos de los cerdos) de las granjas ganaderas.*

*Por actividades industriales, incluyendo los procesos mineros y de almacenamiento de residuos radiactivos.*

*Fenómenos de degradación por sobreexplotación del acuífero, lo que puede provocar la entrada de agua de mar (intrusión marina) y salinización del acuífero.*



Fuente: [http://www.atsdr.cdc.gov/es/general/es\\_groundwater\\_fs.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/general/es_groundwater_fs.html)

- a) ¿Recuerdas lo que es un acuífero? ¿Qué importancia tienen los acuíferos en la calidad del agua?
- b) ¿Qué piensas que se podría hacer para no seguir contaminando el agua de los acuíferos?
- c) ¿Es posible la limpieza natural de un acuífero?
- d) ¿Cómo podría limpiarse el agua del acuífero?
- e) En algunos lugares, junto a la costa, además del problema de nitratos, se tiene el de la escasez de agua, por lo que cada año se perforan nuevos pozos de bombeo. ¿Qué problemas puede ocasionar este consumo extra de agua? ¿Qué consecuencias puede tener en los humedales próximos?

### A.29. Comentario

Se pretende que el alumnado pueda imaginar la resolución de problemas reales, con la finalidad de que desarrolle su capacidad de razonamiento. Una posible respuesta puede ser:

- a) Los acuíferos determinan la calidad del agua que bebemos en muchas zonas de nuestra geografía, puesto que no todas las ciudades tienen acceso al agua de ríos, lagos o lagunas, y en estos casos se usan y consumen las aguas de los acuíferos. La calidad del agua dependerá de los filtrados que reciba y de la naturaleza de los terrenos por los que haya pasado hasta llegar a ellos. Generalmente el agua de lluvia es la que recarga los acuíferos, pero podrá salinizarse si hay sales en la superficie del suelo o componer las diferentes capas que atraviese hasta llegar al mismo.
- b) Frenar la contaminación de los acuíferos con nitratos u otras sustancias químicas; para conseguirlo, los agricultores deberán modificar sus prácticas pasando a:
  - Utilizar fertilizantes orgánicos, o "lombrices rojas", como productoras de abono biodegradable.
  - Utilizar sistemas de riego por goteo, en los que se reduce el aporte de nitratos porque el fertilizante se pone directamente en el agua; de este modo se abona sólo la zona que se desea.

- c) Si se aportase gran cantidad de agua, por ejemplo con la lluvia, se reduciría la concentración de nitratos, por lo que el acuífero estaría menos contaminado. El problema es que en la Comunidad Valenciana llueve poco, y cuando llueve, como el suelo de los campos está muy contaminado, el agua que se infiltra arrastra más nitratos y productos químicos.
- d) Las aguas subterráneas son más difíciles de contaminar que las superficiales, pero una vez contaminadas es mucho más costoso depurarlas porque el ritmo de renovación es mucho más lento que el de las superficiales.

Lo importante es que cambien las prácticas agrícolas que no sean respetuosas con el medio ambiente.

Se podría inyectar agua, procedente de otros lugares, con el fin de diluir los contaminantes y de paliar la escasez que padece la zona.

- e) 1. Mayor escasez de agua de la que había. La zona puede llegar a quedarse sin agua, si ésta es la única fuente que posee.
- 2. Empeoramiento de la calidad de las aguas de sus acuíferos, ya que éstos, al vaciarse de agua dulce, van siendo invadidos por agua salada proveniente del mar, produciéndose el fenómeno de la intrusión marina, y quedan inutilizados para el uso humano.



*A causa de este consumo excesivo y de la salinización, los humedales pueden llegar a desaparecer con toda la riqueza y ventajas que nos suponen.*

### **A.30. REALIZAR UNA INVESTIGACIÓN ACERCA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE**

Muchos son los temas que pueden ser objeto de estudio dentro del consumo de agua potable. La crisis de agua que estamos sufriendo en el mundo, y también en la Comunidad Valenciana, hace que resulte especialmente interesante realizar investigaciones acerca de este problema. Por ello te proponemos que investigues en torno al uso y consumo de agua dulce que realiza el alumnado de tu centro de estudios.

#### **ELECCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Imagínate que formas parte de un equipo que realiza encuestas para el INE (Instituto Nacional de Estadística), y con tu investigación se pretende suministrar información a uno de los siguientes organismos, empresas o colectivos:

- Empresas que se dedican a la venta de agua envasada y quieren saber las preferencias de los consumidores: tipo de envase (grande o pequeño, forma del

mismo, color, tipo de material, etc.), componentes del agua, para relacionarlos con la salud de las personas o su edad (a los bebés se les debe suministrar agua con poco residuo seco). ¿Se bebe agua envasada porque se desconfía de la calidad del agua del grifo?

- Ayuntamiento de la localidad donde vives, que quiere averiguar la demanda de agua potable en un momento determinado, o la cantidad de agua que consumen sus ciudadanos, o la valoración que hacen del agua del grifo.
- Grupo ecologista, al que le interesa saber si las personas piensan que ahorrar agua es importante, si procuran gastar la mínima cantidad: ¿disponen en sus casas de dispositivos de ahorro de agua, de filtros, etc.? ¿Consumen agua potable envasada en plástico de tipo PVC?
- Conselleria de Sanidad y Consumo, que se interesa por las medidas higiénicas de los ciudadanos. Por ejemplo: ¿Se lavan las manos después de usar el inodoro? ¿Usan el jabón o sólo con agua? ¿Tienen acondicionadores de aire en casa? ¿Qué mantenimiento les suministran?

Lo expuesto son ejemplos que sólo pretenden daros ideas para que propongáis vuestro tema, no tiene que ser obligatoriamente ninguno de los expuestos. Realizar una investigación sobre el tema elegido entre todo el grupo de clase.

Tras reflexionar sobre lo expuesto y debatirlo con vuestros compañeros, completad:

La investigación la titulamos: \_\_\_\_\_

Pretendemos averiguar: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

El organismo interesado en nuestra investigación es: \_\_\_\_\_

## ELABORACIÓN DE LA ENCUESTA

Comenzaréis redactando las preguntas y escribiéndolas en el ordenador. La encuesta debe tener un mínimo de siete preguntas y se recomienda que no sea demasiado larga. Se repartirán los subtemas que abarca la investigación para que no coincidan las preguntas. Al redactar la encuesta hay que tener en cuenta que un factor determinante en el comportamiento de las personas frente al consumo y uso del agua puede ser la edad y el sexo, por lo que debe quedar reflejado en el cuestionario.

## CONSTITUCIÓN DE LA MUESTRA Y REALIZACIÓN DEL MUESTREO

Una vez redactadas y preparadas las encuestas, se procederá a la realización del muestreo; para ello se elegirán por sorteo las personas que constituirán la muestra, teniendo en cuenta que todos los grupos clase deben estar representados en la misma proporción. Se comenzará por fijar el número de personas que constituirá la muestra. Se recomienda que sea 100, pues este número facilita los cálculos posteriores.

Para poder realizar un muestreo al azar, debemos conocer el número de alumnos de nuestro centro, porque ese valor constituye la población total. Se necesita también una lista de cada uno de los diversos grupos clase. Con una simple regla de tres se calcula la cantidad de personas a las que hay que pasar la encuesta en cada una de las clases. Posteriormente se sortea a quién se le pasa la encuesta en cada clase y se procede a

darle un cuestionario para que lo cumplimente.

## TABULACIÓN DE LOS RESULTADOS

Cada grupo de trabajo elaborará una plantilla y en ella vaciará la información contenida en las encuestas. Posteriormente, se elaborarán tablas con los datos obtenidos para que nos sirvan de resúmenes.

## REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS

Se elegirá el tipo de gráfico más adecuado para lo que se desee representar.

## ELABORACIÓN DEL INFORME

Se elabora un informe que incluya las preguntas, el resumen de los datos obtenidos, los gráficos realizados y el análisis de las respuestas.

## DIFUSIÓN

A partir del informe se pueden elaborar unos paneles con la información más destacada. Se ubicarán en los pasillos para ofrecer la información a todo el centro. Se puede pensar en otros modos de difundir el trabajo y llevarlo a cabo (asociación de padres, prensa, otros centros docentes, etc.).

### A.30. Comentario

*Aunque son muchas las posibles respuestas, a modo de ejemplo suministramos la que podía haber sido la de uno de los pequeños grupos:*

La investigación la titulamos: *Opiniones de los consumidores frente al consumo de agua envasada.*

**Pretendemos averiguar:** *Lo que la gente consume, si agua envasada o del grifo. Las razones que alega para cada posibilidad. Su opinión acerca de los tipos de envase, especialmente los de plástico y, en particular, los de PVC. ¿Compran el agua sin importarles la naturaleza del envase? Las preferencias de los consumidores en torno a la reutilización de envases con retorno del precio pagado por el mismo o acerca del uso de envases desechables con opción a ser reciclados.*

**El organismo interesado en nuestra investigación es:** *Una empresa que envasa agua en PVC.*

No suministramos información acerca de la encuesta y resultados por ser demasiado específica de la investigación elegida.

### A.31. EL AGUA DULCE PUEDE ACABARSE. ¿QUÉ PODEMOS HACER?

La revista *Newton* realizó, en el año 2001, una entrevista a **Ramón Llamas** (catedrático

de Hidrogeología de la Universidad Complutense de Madrid, y uno de los mayores expertos en recursos hidráulicos), con respecto a los problemas de escasez de agua que se padecen en algunos lugares del mundo, en la que afirmó: “**El agua puede acabarse**. Mientras en el resto del mundo el uso total de agua dulce (incluyendo el riego) asciende a 1.800 litros por persona y día, en España es de 3.290, casi el doble que la media mundial. Los tres países del mundo que más agua consumen son: **Estados Unidos, Japón y España**”.

¿Conoces alguna ciudad que haya planificado el uso y consumo del agua según un desarrollo sostenible? Investiga el procedimiento que se sigue en tu localidad o en alguna localidad próxima. Puedes preguntar en la concejalía de medio ambiente del ayuntamiento de esa ciudad y/o en la diputación de su provincia.

Elabora un informe de vuestra investigación con la ayuda de tu grupo.

#### A.31. Comentario

*Un caso real, el de la ciudad de Alicante, en la que se está consiguiendo un ahorro de agua importante al mejorar las infraestructuras y concienciar a sus ciudadanos.*

### A.32. RELACIONAR CONCEPTOS

- a) Realiza un pequeño informe sobre los posibles problemas del agua en tu localidad.
- b) Elabora un mapa conceptual en el que relaciones los conceptos principales aprendidos en esta unidad. Para ayudarte te ofrecemos la lista adjunta; puedes incluir algún otro si lo deseas.

\* Agua potable

\* Agua contaminada

\* Consumo y uso según un desarrollo sostenible

\* Depuración

\* Energía calorífica

\* Evaporación

\* Agua residual

\* Potabilización

\* Hidrosfera

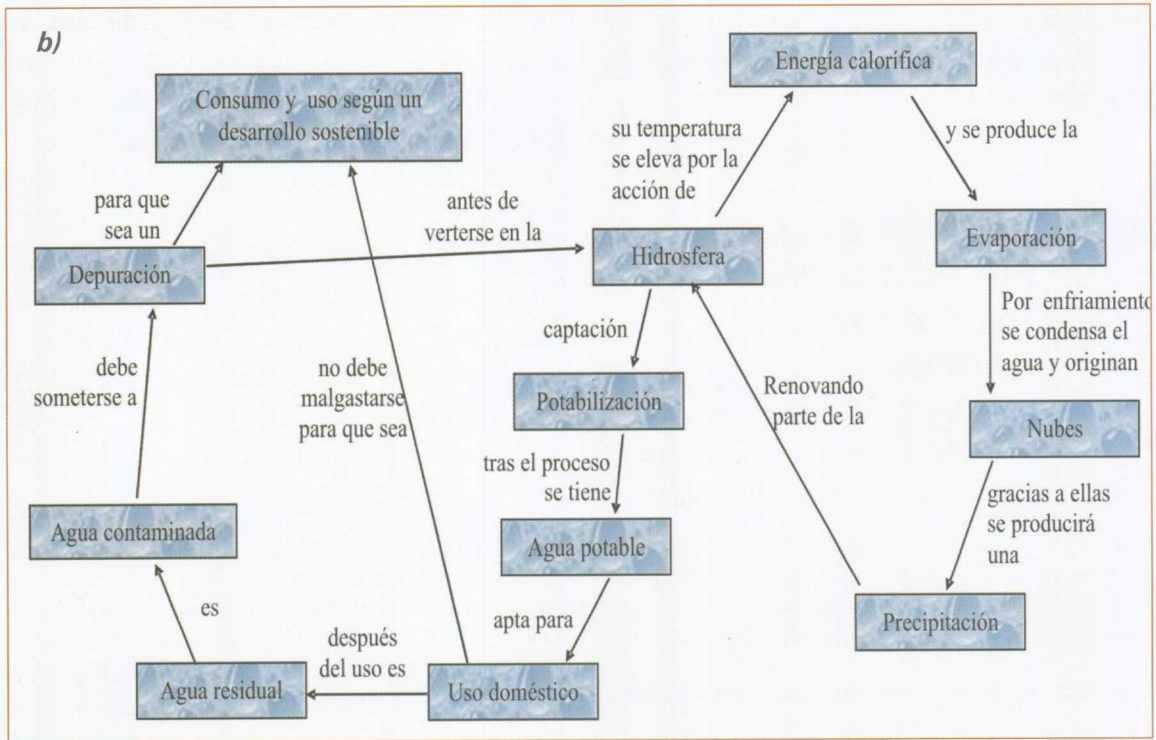
\* Uso doméstico

\* Nubes

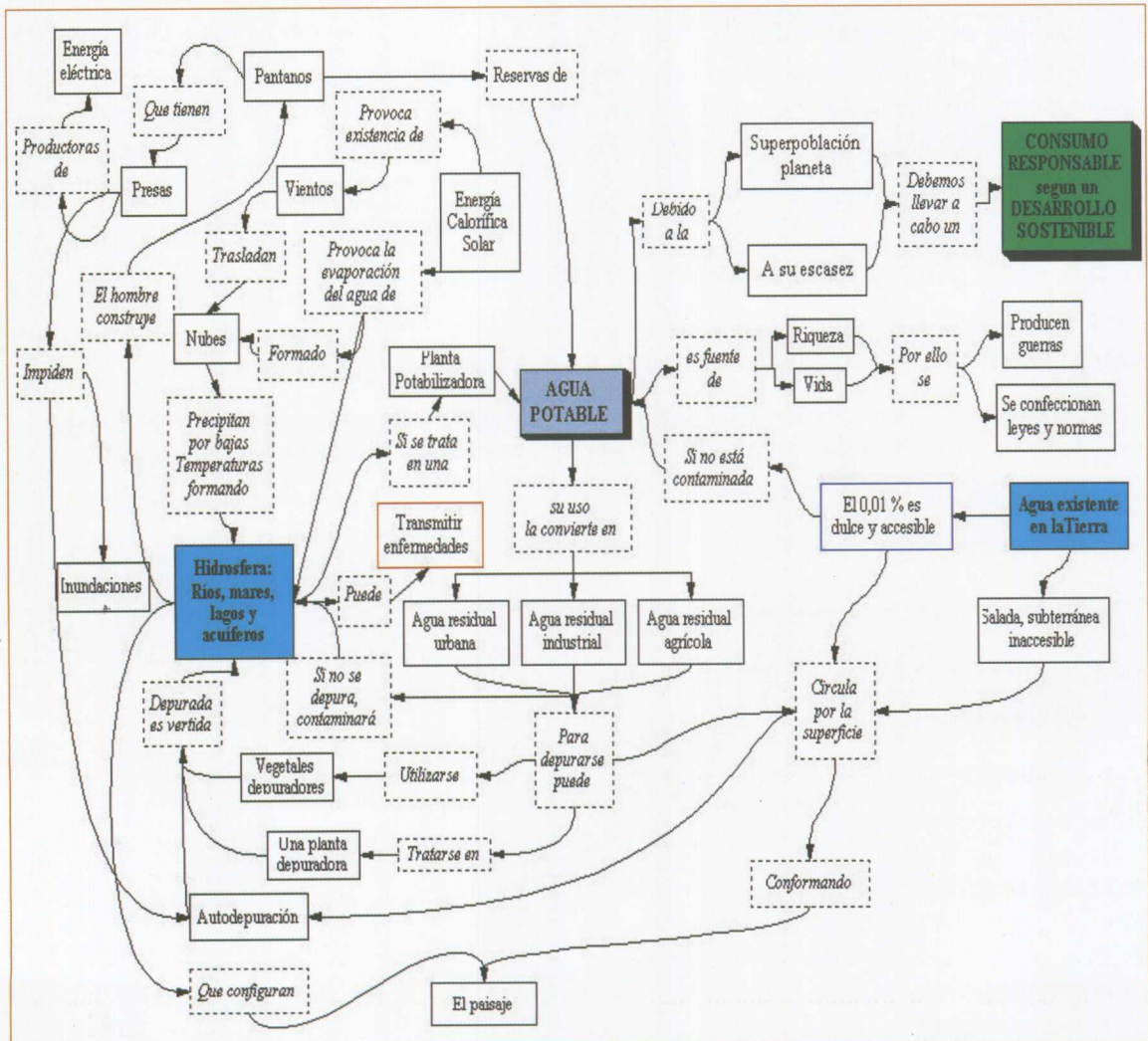
\* Precipitación

#### A.32. Comentario

- a) Respuesta facilitada en el comentario de la actividad de refuerzo propuesta para esta actividad.



Se facilita el mapa conceptual adjunto con el fin de que, si se decide incluir otros conceptos, también estén contemplados.



## Actividades de ampliación

### A.A.8. DISEÑO Y REALIZACIÓN DE UN JUEGO QUE CONTEMPLE ALGUNOS CONCEPTOS DE LOS TRATADOS EN ESTA UNIDAD

Con esta actividad pretendemos que reflexiones acerca de lo que hemos trabajado sobre el agua y lo apliques elaborando un juego. Puede ser un juego de cartas o una especie de oca o de escalera o algo que te inventes. La imaginación es determinante en esta actividad.

Debe ser un juego instructivo, estaría bien que fuese atractivo y divertido, de manera que las personas que jueguen aprendan y se conciencien sobre los problemas del agua. Tened en cuenta el siguiente proverbio de Indonesia: "Conservamos sólo lo que amamos, amamos sólo lo que entendemos y entendemos sólo lo que nos han enseñado".

Lo **primero** que deberás plantearte es **el tema y el enfoque** que le vas a dar. Por ejemplo, puedes elegir el ciclo integral del agua y premiar a los jugadores que hagan bien las cosas: los que no tiren vertidos en los ríos; en este caso, llevar los vertidos a la depuradora representará ganancia de puntos, si se trata de cartas, ascenso de casillas, si se trata del juego de la escalera. También puedes decidir penalizar algunas conductas inadecuadas. Anota todas las consideraciones que quieras tener en cuenta.

En **segundo** lugar, **lo diseñarás haciendo un boceto**, es decir, un dibujo de lo que quieres conseguir. Al dibujo le añadirás todas las explicaciones que consideres necesarias para que cualquier persona que desconozca tu idea comprenda a la perfección lo que quieres construir, e incluso pudiese construirlo.

En **tercer** lugar, **expondréis los dibujos y explicaciones** a los restantes miembros del grupo; después, por consenso, **elegiréis el que os parece más adecuado** o entre todos elaboraréis un nuevo diseño teniendo en cuenta las ideas interesantes que hayan sido propuestas en las exposiciones.

En **cuarto** lugar, **pasaréis a construirlo**, utilizando los ordenadores del aula de informática y los programas gráficos que sean adecuados. Si no se dispone de ordenadores, se pueden recortar figuras de propagandas o dibujarlo a mano alzada o con instrumental de dibujo, según de lo que se trate.

En **quinto** lugar, escribiréis con claridad **las reglas del juego**.

**Por último, realizaréis una partida** con vuestro juego **y lo valoraréis**; asimismo, pediréis a otros compañeros de vuestra clase que lo **experimenten** y os cuenten su **parecer** sobre él.

Algunos temas que podríais considerar son:

- Algunos de los itinerarios posibles que realizaría una gota de lluvia dependiendo de dónde caiga. (Se pretendería reforzar y fomentar el conocimiento acerca del ciclo integral del agua).
- Uso y consumo del agua según un desarrollo sostenible. ¿Qué hacer para ahorrar y no contaminar el agua? (El objetivo sería que aprendiesen o recordasen conductas positivas de respeto hacia el agua y el medio ambiente).
- Importancia del agua para la vida. (El agua es indispensable, no hay vida sin agua, pero a veces no somos lo suficientemente conscientes de que nos podemos quedar sin ella, y entonces la vida de los seres vivos, incluida la nuestra, peligraría; por ello se pretende fomentar la valoración acerca del agua).

EJEMPLOS DE CARTAS



Contaminación del mar, parte anterior



Contaminación del mar, parte posterior

A simple line drawing of a washing machine. To the left, there is a basket filled with laundry. Water is shown dripping from the bottom of the machine. The background is a light yellow gradient.

No utilizar la lavadora con poca carga, porque así se derrocha el agua.

CONSUMO

A photograph of a young child with short hair, wearing a striped tank top, drinking from a bottle. The child is looking down at the bottle.

Es la fase del uso efectivo por parte de la población, en su mayoría usuarios particulares, aunque también vital para comercios e industrias situados en la red urbana.

Diseña y elabora el juego que te hemos propuesto y las instrucciones del mismo.

### A.A.8. Comentario

*Se adjunta un juego como muestra.*

*Instrucciones:*

#### LA VIDA EN EL RÍO

**OBJETIVO:** Eres un salmón que tiene que ir desde el mar (casilla de salida) hasta el nacimiento del río (última casilla) para desovar y luego regresar de nuevo al mar.

A través del juego vas a pasar por ciudades, depuradoras, presas, colectores y diferentes casillas que simulan situaciones que te puedes encontrar en cualquier río.

**CÓMO JUGAR:** Cada jugador tiene una ficha (cada uno de diferente color) y un dado. Se hará un sorteo para ver quién comienza el juego y luego seguirá el situado a su derecha, y así sucesivamente. Hay que tirar el dado y contar tantas casillas como éste indique. Según la casilla en la que caigas, puede sucederte una cosa u otra.

#### CASILLAS DE INTERÉS:

**4.** El río pasa por una ciudad y está muy contaminado. Mueres y vuelves a empezar.

**3.** Está lloviendo, se recargarán acuíferos y se regarán los campos. Avanzas rápidamente hasta la casilla número 13.

**5-15-25.** Te pierdes por las tuberías de una depuradora o potabilizadora y apareces dos casillas más atrás.

**7-10-14-21-27.** Estás en una zona de vertidos agrícolas, industriales u otros. Te pones enfermo y el río te arrastra dos casillas atrás.

**9-18.** Estás en una presa o pantano. Tienes que esperar a que abran las compuertas. Dos turnos sin tirar.

**11-16-23.** Pasas por un tramo del río que tiene un pueblo cerca que contamina un poco el agua. Caes enfermo y estás un turno sin tirar.

**28-19-12.** Un pescador o algún depredador te ha cazado. Estás muerto. Vuelve a la casilla de salida y empieza otra vez.

El ganador será el primero en completar todo el recorrido, o sea, en llegar hasta el nacimiento del río y volver al mar. ¡¡¡Buena suerte!!!





### A.A.9. ELABORACIÓN DE LA CARTA DEL AGUA 2003 DE NUESTRO CENTRO

Como colofón de nuestra unidad, nada mejor que la redacción de la carta del agua que representa vuestras concepciones acerca de lo que debe hacerse cuando se hace uso y consumo del agua según un desarrollo sostenible. Se elaborará de una manera ordenada, según la relevancia de

todo aquello que haya de realizarse para conseguirlo.

Es importante que la reflexión acerca de las acciones que se van a requerir en ella se haga individualmente para, más tarde, ponerlas en común y por consenso intentar encontrar la carta que represente mejor vuestras opiniones.

Se puede escribir en un panel y exponerse en un pasillo para que trascienda al resto del centro. Podéis añadir una hoja con vuestros nombres y firmas y espacio para que otros compañeros y compañeras puedan adherirse.

Elaborad ahora vuestra carta del agua teniendo en cuenta el modo en que el Consejo de Europa hizo sus afirmaciones en Estrasburgo (Alemania) en el año 1968.

#### A.A.9. Comentario

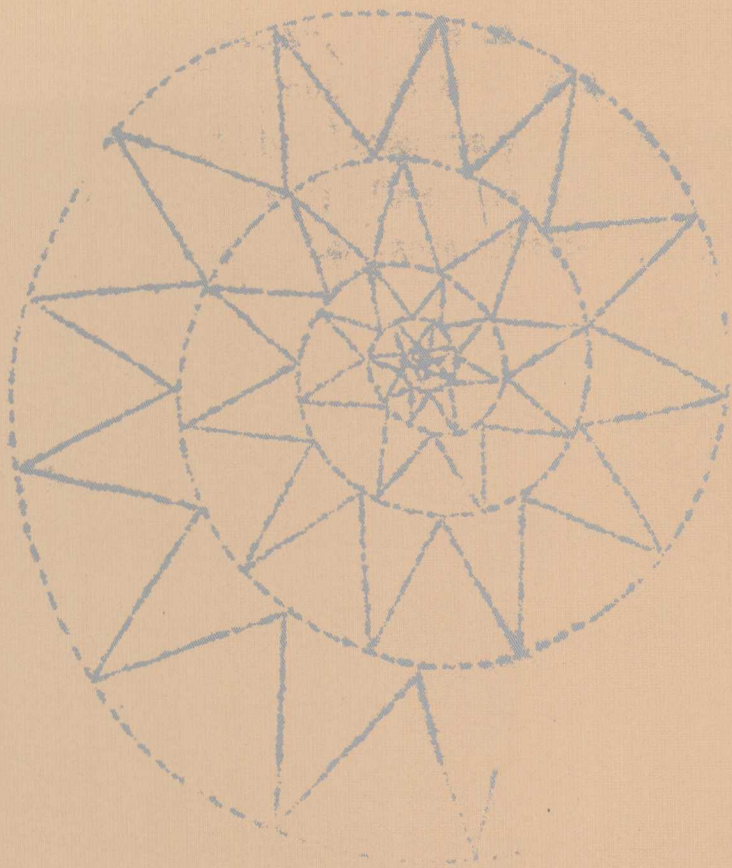
*Facilitamos la carta del agua proclamada por el Consejo de Europa en Estrasburgo el 6 de mayo de 1968*

#### FRASES DE LA CARTA DEL AGUA EUROPEA

Proclamada por el Consejo de Europa en Estrasburgo el 6 de mayo de 1968

1. *No hay vida sin agua; es un bien valioso, indispensable para todas las actividades humanas.*
2. *Los recursos del agua dulce no son inagotables, es imprescindible preservarlos, controlarlos y, si es posible, aumentarlos.*
3. *Alterar la calidad del agua significa perjudicar la vida del ser humano y del resto de seres vivos.*
4. *La calidad del agua debe preservarse con niveles adaptados al uso al cual se destine y debe satisfacer las exigencias de la salud pública.*
5. *Cuando el agua, después de haber sido utilizada, vuelva a su medio natural, no debe poner en peligro otros usos posteriores, ya sean públicos o privados, a los cuales se destine.*
6. *La conservación de una cubierta vegetal adecuada, preferentemente de tipo forestal, es esencial para la conservación de los recursos del agua.*
7. *Los recursos del agua deben inventariarse.*
8. *La gestión correcta del agua debe ser objeto de un plan diseñado por las autoridades competentes.*
9. *La conservación del agua implica un esfuerzo creciente de investigación científica, de formación de especialistas y de información pública.*
10. *El agua es un patrimonio común que tiene un valor que debe ser reconocido por todos. Todo el mundo tiene la obligación de ahorrarla y de utilizarla correctamente.*
11. *La gestión de los recursos del agua debe inscribirse en el ámbito de la cuenca natural más que en el de las fronteras administrativas y políticas.*
12. *El agua no tiene fronteras. Es un recurso común que requiere una cooperación internacional.*





## Autoevaluación y evaluación



# Autoevaluación y evaluación

## Actividades de autoevaluación

1. La superficie terrestre está cubierta por agua en un:
  - a) 54%
  - b) 65%
  - c) 71%
2. El porcentaje que representa el agua dulce con respecto al total de la existente en la Tierra es aproximadamente:
  - a) 4%
  - b) 3%
  - c) 13%
3. La cantidad de agua que existe en la Tierra desde su formación:
  - a) ha aumentado
  - b) ha disminuido
  - c) se ha mantenido estable
4. El agua en la Tierra la podemos encontrar en estado:
  - a) líquido
  - b) sólido y líquido
  - c) sólido, líquido y gaseoso
5. ¿Qué cantidad de agua consumes cuando tomas un baño?
  - a) 30 litros
  - b) 200 litros
  - c) 400 litros
6. El cerebro de un ser humano está compuesto por:
  - a) un 50% de agua
  - b) un 70% de agua
  - c) un 90% de agua
7. Un árbol adulto bombea cada día:
  - a) de 10 a 35 litros de agua
  - b) de 35 a 40 litros de agua
  - c) de 50 a 100 litros de agua
8. Por término medio, una persona adulta bebe 1,5 litros de agua al día que, evidentemente, gastará sudando, exhalándola o perdiéndola con las heces o la orina. Si hace calor o realiza ejercicio físico, deberá beber más. ¿Aproximadamente qué cantidad de agua habrá pasado por su cuerpo al cabo de un año?
  - a) 200 litros
  - b) 550 litros
  - c) 1.000 litros
9. ¿Qué tipo de agua es desaconsejable beber?
  - a) agua destilada
  - b) agua mineral

- c) agua de manantial
10. En ocasiones, el agua dulce contiene metales pesados que la contaminan y causan enfermedades en los seres vivos que la consumen. Señala la opción verdadera:
- a) El envenenamiento por mercurio puede producir la muerte o graves daños en el cerebro.
- b) El plomo se fija en los huesos y en cantidades tóxicas la producción de glóbulos rojos se verá afectada. El envenenamiento en niños puede derivar en lesiones cerebrales permanentes.
- c) El envenenamiento por cadmio puede provocar daños en el hígado, los riñones y el bazo.
- d) Todas las anteriores son ciertas.

#### RESPUESTAS A LA AUTOEVALUACIÓN

- |       |       |       |       |        |
|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1. c) | 2. b) | 3. c) | 4. c) | 5. b)  |
| 6. c) | 7. c) | 8. b) | 9. a) | 10. d) |

### Actividades de evaluación

A.E.1. ¿Por qué es imprescindible el agua para todos los seres vivos? Explica las características que presenta el agua que hacen esto posible.

**A.E.1. Comentario para el profesorado:** Pretendemos que el alumnado relacione entre sí las diferentes características del agua que se han trabajado en el bloque "Características

del agua", y que elabore una síntesis de éstas, así como de las consecuencias que tienen en los seres vivos.

A.E.2.

- a) Imagínate que una gota de lluvia ha caído en la potabilizadora que sirve agua a tu ciudad; elabora el itinerario que realiza hasta salir por un grifo de tu casa.
- b) Si la gota de agua se cuela por el desagüe, ¿qué posible itinerario tendría que hacer hasta volver a salir por el mismo grifo?

**A.E.2. Comentario para el profesorado:** Esta actividad requiere haber trabajado previamente la ubicación de las plantas potabilizadoras que sirven agua a la ciudad. El alumnado puede elaborar los itinerarios escribiendo

el nombre de los lugares por donde puede pasar la gota, o haciendo dibujos esquemáticos que los represente. En conjunto, en esta actividad se le pide que reproduzca un esquema del ciclo integral del agua.

A.E.3.

- a) Elabora un listado con las ventajas e inconvenientes de los trasvases.
- b) Hay regiones con escasez de agua. ¿Qué método recomendarías para resolver este problema?

- c) ¿A favor o en contra de los trasvases? Explica tus argumentos y contextualiza tus respuestas en una Comunidad como la valenciana y para un trasvase como el del Ebro.

**A. E. 3. Comentario para el profesorado:**

*Para esta actividad se le puede suministrar al alumnado un texto que tenga una determinada orientación, de este modo podrá discrepar o asentir lo que se afirma con mayor*

*facilidad; no obstante, al haberlo trabajado en clase debe poseer respuestas. Es obvio que en el apartado c) se valorará la forma de argumentar, pues cada cual es libre de opinar.*

**A.E.4. Define los términos:**

- a) Consumo de agua según un desarrollo sostenible.
- b) Agua residual.
- c) Recurso renovable.

**A.E.4. Comentario para el profesorado:** *Se le pide al alumnado que conozca los conceptos básicos ya trabajados.*

**A.E.5. Enuncia las diferencias que existen entre el tratamiento que recibe el agua en una planta potabilizadora y el que recibe en una planta depuradora.**

**Destaca de dónde procede el agua en cada caso y cuál es el destino y uso que podría dársele al agua tratada en cada una de estas plantas.**

**A.E.5. Comentario para el profesorado:** *Fundamentalmente se pide que afirmen que el agua de la potabilizadora no contiene gérmenes patógenos (bacterias, virus, parásitos), ni tampoco toxinas. El agua ha sido desinfectada con la potabilización. En una planta depuradora el agua no es desinfectada, por lo que no es potable. El agua que llega a una potabilizadora procede del río, embalse o pozo (en el caso de la potabilizadora de Manises, generalmente procede del río Júcar, porque el agua del Turia es de peor*

*calidad, además de que se necesita para regar los campos lindantes). El destino del agua después de potabilizada es ser suministrada a las poblaciones y empresas cercanas. En el caso de la depuradora, el agua es residual y procede de las alcantarillas, agua fecal de las viviendas mezclada con la del lavado de las calles. Su destino, una vez depurada, puede ser muy variado, dependiendo del grado de depuración, pero nunca puede servir como agua potable. Su destino final es el mar Mediterráneo.*

**A.E.6. Enuncia al menos 10 de los principales problemas que hay en el mundo a causa del agua.**

**A.E.6. Comentario para el profesorado:** *Ésta es una actividad de síntesis. Se pide*

*que se refleje el conjunto de problemas trabajados.*

A.E.7. Elabora un mapa conceptual relacionando los siguientes conceptos: vertido, contaminación industrial del agua, condensación, precipitación, evaporación, transpiración, formación de nubes, embalse, río, mar, depuradora, potabilizadora.

Añade los conectores y flechas que necesites, así como los conceptos que consideres imprescindibles para poder relacionar los que te hemos indicado.

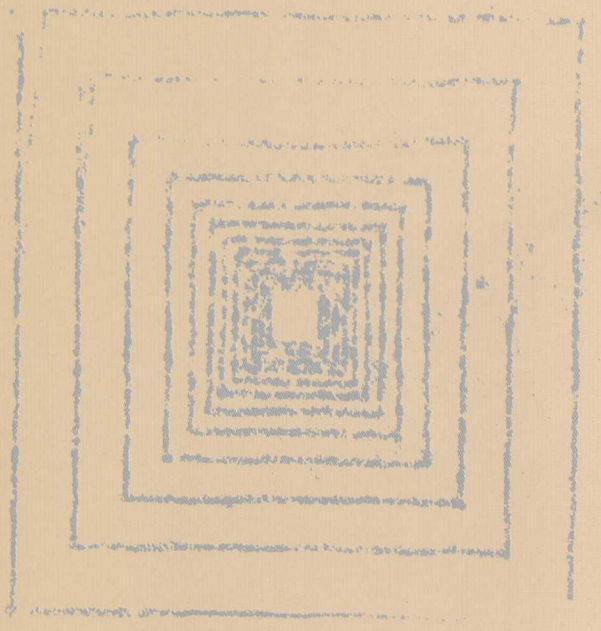
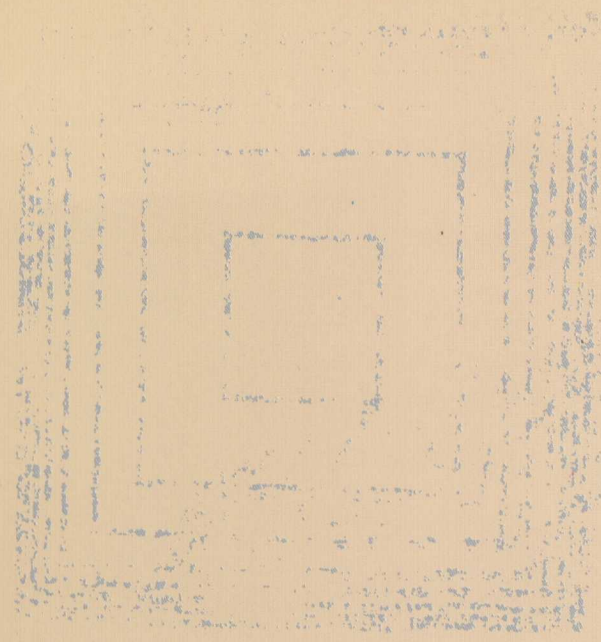
*A.E.7. Comentario para el profesorado: Se pide al alumnado que relacione los conceptos que abarca el ciclo integral.*

A.E.8. ¿Cómo se determina el caudal de un río en un punto de muestreo? Explícalo de modo que una persona que desconozca el tema pueda llegar a realizarlo.

*A.E.8. Comentario para el profesorado: Se pretende que el alumnado explique el modo de calcular el caudal como se hizo al trabajar las actividades de procedimiento relaciona-*

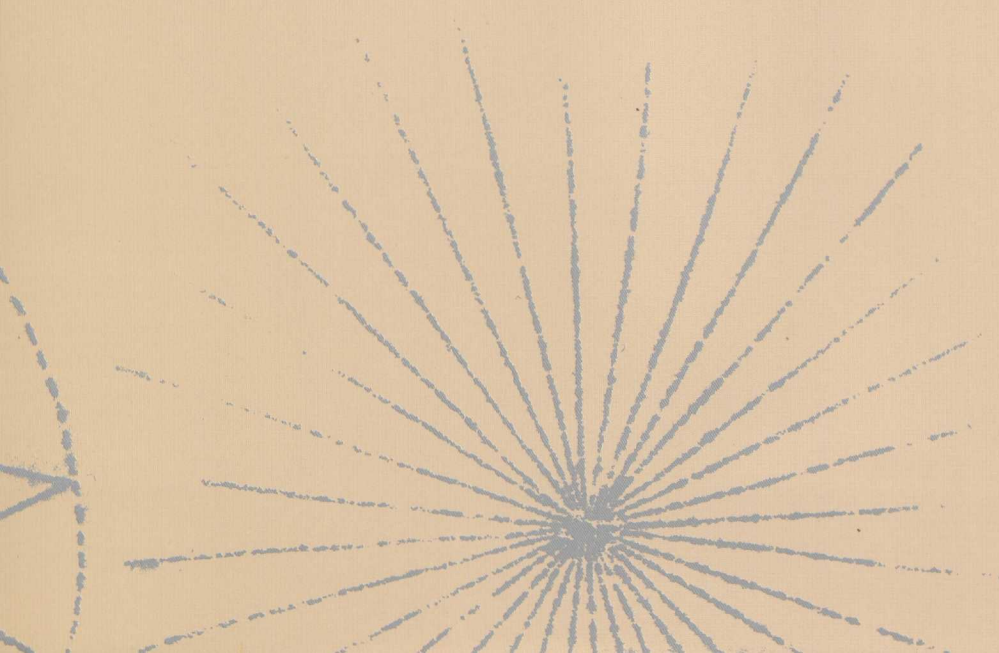
*das con la valoración de la calidad de un curso fluvial. Si esas actividades no se llevaron a cabo, no tendría objeto la presente pregunta.*





**Unidad Didáctica**

Anexos











## **I. Clave de identificación de los invertebrados acuáticos y sus bioindicadores**












# Clave de identificación de los invertebrados acuáticos y sus bioindicadores









- 1 - Masa irregular formada por numerosos individuos (animales coloniales).
- Esponjas, cnidarios y briozoos
- Individuos aislados. 2
- 2 - Ninguna parte del cuerpo está endurecida. Medusa, hidra o invertebrado con forma de gusano (plano o cilíndrico). 3
- Alguna parte del animal está endurecida (patas, uñas, mandíbulas o el cuerpo entero), o está envuelto en una concha. 6
- 3 - Medusa o hidra. Cnidarios
- Gusano plano o cilíndrico. 4
- 4 - Gusano plano. Planarias 
- Gusano cilíndrico o subcilíndrico. 5
- 5 - Gusano totalmente cilíndrico y nunca segmentado. Nematelmintha
- Gusano cilíndrico o subcilíndrico. Segmentado en todos los casos. Anélidos 7
- 6 - La parte endurecida del animal es una concha. Moluscos 9
- Puede poseer concha, pero el animal en sí es el que presenta alguna parte endurecida o esclerotizada (a veces sólo las mandíbulas, las uñas o la cabeza). Artrópodos 15
- 7 - Gusanos con sedas que coinciden con la segmentación corporal. 8
- Sin sedas corporales. Sanguijuelas 
- 8 - Con cabeza subsférica bien diferenciada y glándulas epidérmicas de color a veces llamativo (naranja o rojo). Su posición taxonómica es discutida y se separa del resto de oligoquetos. Aelosomátidos
- Sin cabeza diferenciada. Oligoquetos 

- |    |  |                                 |   |
|----|--|---------------------------------|---|
| 9  | - Concha formada por una sola valva, normalmente enrollada.  | Gasterópodos                    | 10  |
|    | - Concha formada por dos valvas casi idénticas.  | Bivalvos (unióidos y esféricos) |   |
| 10 | - Concha en forma de lapa o "gorro".   |                                 | 11  |
|    | - Sin este carácter.   |                                 | 12  |
| 11 | - El vértice del gorro se dirige hacia atrás y centrado sobre su eje de simetría. <b>Ancílidos</b> |                                 |    |
|    | - El vértice se dirige hacia atrás, pero a un lado u otro del eje de simetría del animal.          | Ferrísidos y acrolóxicos        |   |
| 12 | - Concha sin opérculo.   |                                 | 13  |
|    | - Concha con opérculo. Nerítidos, tiáridos, melanópsidos, bitínidos, bitinéllidos e hidróbidos     |                                 |   |
| 13 | - Concha enrollada en un solo plano.   | Planórbidos                     |   |
|    | - Sin este carácter.   |                                 | 14  |
| 14 | - Concha cónica con abertura derecha.  | Limneidos                       |   |
|    | - Concha cónica con abertura izquierda.  | <b>Físidos</b>                  |  |
| 15 | - Cinco pares de patas o más.  | Crustáceos                      | 17  |
|    | - Menos de cinco pares de patas.   |                                 | 16  |
| 16 | - Cuatro pares de patas.   | Hidrácaros                      |   |
|    | - Tres pares de patas o menos.   | Insectos                        | 22  |
| 17 | - Siete pares de patas iguales, cuerpo aplanado dorsoventralmente.                                 | Asélidos                        |   |
|    | - Sin estos caracteres.  |                                 | 18  |
| 18 | - Numerosas patas desiguales, 4 o 5 hacia delante y 3 hacia atrás, cuerpo aplanado lateralmente.   | <b>Gammáridos</b>               |  |
|    | - Sin estos caracteres.  |                                 | 19  |
| 19 | - Numerosas patas, ojos pedunculados y 2 antenas muy desarrolladas.                                | Quirocefálicos                  |   |
|    | - Sin estos caracteres.  |                                 | 20  |
| 20 | - Cuerpo aplastado dorsoventralmente y recubierto por un caparazón.                                | Triópodos                       |   |
|    | - Sin estos caracteres.  |                                 | 21  |
| 21 | - Cuerpo encerrado en una concha bivalva y con forma de balón de rugby.                            | Ostracodos                      |   |
|    | - Cinco pares de patas.  | Decápodos                       |   |

22 - Ojos compuestos, tres pares de patas y bolsas alares.	23	
- Sin estos caracteres a la vez o ninguno de ellos.	26	
23 - Extremidades abdominales con 2 o 3 cercos multisegmentados.	24	
- Sin este carácter.	25	
24 - Con branquias abdominales y una sola uña por pata (los adultos son exclusivamente voladores).	Efemerópteros 31	
- Sin branquias abdominales y dos uñas en cada pata (los adultos son exclusivamente voladores).	Plecópteros	★
25 - Aparato bucal cubierto ventralmente por una máscara articulada (los adultos son exclusivamente voladores: libélulas).	Odonatos	
- Aparato bucal picador o raspador: chinches acuáticas.	Heterópteros	
26 - Siempre con tres pares de patas torácicas.	27	
- Ausencia de patas torácicas articuladas (los adultos son exclusivamente voladores: moscas y mosquitos).	Dípteros 43	
27 - Mandíbulas más largas que la cabeza (los adultos son exclusivamente voladores).	Planipenios	
- Mandíbulas más cortas o iguales que la cabeza.	28	
28 - Branquias abdominales laterales y extremidad puntiaguda a la vez (los adultos son exclusivamente voladores).	Sialidos	
- Con los mismos caracteres pero siempre por separado o ninguno de ellos.	29	
29 - Un par de ganchos o uñas en el extremo abdominal (los adultos son exclusivamente voladores: frigáneas).	Tricópteros 39	
- Sin ganchos o con dos pares de ganchos en el extremo abdominal.	30	
30 - Con alas totalmente formadas pero protegidas por élitros (alas transformadas): Escarabajos	Coleópteros (adultos)	
- Sin estos caracteres.	Coleópteros (larvas)	★
31 - Ojos siempre en posición lateral.	32	
- Ojos siempre en posición dorsal.	37	
32 - Branquias bífidas y plumosas.	Potamántidos, Polimitárcidos y efeméridos	
- Branquias muy diferentes.	33	
33 - Segundo par de branquias en forma de placas grandes.	Caenidos	★

- Sin este carácter.		34
34 - Cercos abdominales con sedas sólo en los bordes internos.		35
- Cercos abdominales con sedas internas y externas.		36
35 - Segmentos abdominales con ángulos posteriores en punta.	Siflonúridos	
- Segmentos abdominales sin ángulos.	<b>Baetidos</b>	
36 - Cinco pares de branquias dorsales.	<b>Efemeréllidos</b>	
- Siete pares de branquias laterales.	<b>Leptoflébidos</b>	
37 - Branquias protegidas por un caparazón dorsal.	Prosopistomátidos	
- Sin este carácter.		38
38 - Branquias muy pequeñas.	Oligoneuridos	
- Branquias grandes y cabeza más corta que ancha.	<b>Heptagénidos</b>	
39 - Los tres segmentos torácicos dorsalmente esclerotizados.		40
- Sin este carácter.		42
40 - Presencia de branquias abdominales ventrales.	<b>Hidropsíquidos</b>	
- Sin este carácter.		41
41 - Abdomen cilíndrico y pygópodos con dos artejos.	Ecnomidos	
- Abdomen hinchado y el estuche del animal esta formado por dos valvas soldadas.	<b>Hidroptílicos</b>	
42 - Siempre con estuche.	<b>Tricópteros con estuche</b>	
- Individuos que no construyen estuche.	<b>Tricópteros sin estuche</b>	
43 - Cabeza patente		44
- Sin cabeza aparente, se observa sólo el aparato mandibular.		56
44 - Con seis segmentos detrás de la cabeza.	<b>Blefaricéridos</b>	
- Igual o más de 9 segmentos detrás de la cabeza.		45
45 - Con pseudópodos torácicos y/o anales o abdominales.		46
- Sin pseudópodos.		51
46 - Con pseudópodos torácicos y/o anales.		47



- Con pseudópodos abdominales solamente.	Díxidos	
47 - Con pseudópodos torácicos y anales a la vez.	48	
- Con pseudópodos torácicos o anales.	50	
48 - Con espinas dorsales en el cuerpo.	Ceratopogónidos	
- Sin espinas dorsales.	Quironómidos	
49 - De color verde.	<b>Quironómidos verdes</b>	
- De color rojo.	<b>Quironómidos rojos</b>	
50 - Con pseudópodos torácicos solamente.	<b>Simúlidos</b>	
- Con pseudópodos anales retráctiles solamente.	<b>Ceratopogónidos</b>	
51 - Tórax sin segmentación aparente y más gordo que el abdomen.	52	
- Tórax con segmentación similar al abdomen.	53	
52 - Cuerpo muy transparente y con vesículas hidrostáticas.	Caobóridos	
- Cuerpo opaco y sin vesículas hidrostáticas.	<b>Culícidos</b>	
53 - Extremidad del abdomen con un sifón y dos branquias.	Pticópteros	
- Sin sifón ni branquias anales.	54	
54 - Longitud de la cabeza igual o mayor a dos veces la anchura.	<b>Ceratopogónidos</b>	
- Longitud de la cabeza igual o menor a su anchura.	55	
55 - Doce segmentos aparentes y la superficie cutánea con una reticulación similar a escamas.	Estratiómidos 58	
- Más de 15 segmentos aparentes y con placas dorsales.	<b>Psicódidos</b>	
56 - Discos espiraculares en la parte final del abdomen.	57	
- Sin discos espiraculares terminales.	59	
57 - Seis lóbulos rodean los discos espiraculares.	Tipúlidos	
- Cinco o menos lóbulos rodean los discos.		
Limónidos, sciomízidos, cilindrotómidos, dolycopódidos y ragiónidos		
58 - Corona de sedas plumosas al final del abdomen. Individuos de 15 mm.	<b>Oxycera sp.</b>	
- Último segmento muy largo con algunas sedas terminales.	<b>Stratiomys sp.</b>	

- |  |                       |   |
|--|-----------------------|---|
| 59 - Cuatro prolongaciones terminales en forma de gancho.                        | Antómidos             |   |
| - Sin este carácter.   | 60                    |   |
| 60 - Con sifón terminal.   | 61                    |   |
| - Sin sifón terminal.  | 62                    |   |
| 61 - Sifón membranoso y telescópico, tan largo como el resto del cuerpo.         | Sírfidos              | ★ |
| - Sifón diferente.   | Efídridos y tabánidos |   |
| 62 - Con seudópodos abdominales ventrales y prolongaciones laterales filiformes. | Aterícidos            | ★ |
| - Sin dichas prolongaciones filiformes.  | Empídridos            |   |

## **II. Macroinvertebrados acuáticos**



# Macroinvertebrados acuáticos

Los bioindicadores están representados en **negrita**.

<u>ESPONJAS</u>	ISÓPODOS	Ecnomidae	Donaciidae	Platycnemididae
<u>CNIDARIOS</u>	Asellidae	Glossosomatidae	Dryopidae	DÍPTEROS
<u>PLANARIAS</u>	OSTRÁCODOS	Goeridae	Dytiscidae	Anthomyidae
Dugesiiidae	DECÁPODOS	Hydropsychidae	Eubriidae	Athericidae
Planariidae	Astacidae	<i>Hydropsyche sp.</i>	Elmidae	Blephariceridae
<u>NEMERTINOS</u>	Atyidae	Hydroptilidae	Gyrinidae	Ceratopogonidae
<u>BRIOZOOS</u>	Cambaridae	Lepidostomatidae	Haliplidae	Chaoboridae
<u>OLIGOQUETOS</u>	<u>INSECTOS</u>	Leptoceridae	Helodidae	Chironomidae verde
<u>HIRUDÍNEOS</u>	COLÉMBOS	Limnephilidae	Helophoridae	Chironomidae rojo
Erpobdellidae	PLECÓPTEROS	Molannidae	Hydraenidae	Culicidae
Glossiphoniidae	Capniidae	Odontoceridae	Hydrochidae	Cylindrotomidae
Hirudidae	Chloroperlidae	Philopotamidae	Hydrophilidae	Dixidae
Piscicolidae	Leuctridae	Phrygaenidae	Hydroscaphidae	Dolichopodidae
GASTERÓPODOS	Nemouridae	Policentropodidae	Hygrobiidae	Empididae
Ancylidae	Perlidae	Psychomyidae	Limnebiidae	Ephydriidae
Bithynidae	Perlodidae	Rhyacophilidae	Noteridae	Limoniidae
Bythinellidae	Taeniopterygidae	Sericostomatidae	Sperchidae	Muscidae
Hydrobiidae	EFEMERÓPTEROS	HETERÓPTEROS	MEGALÓPTEROS	<b>Psychodidae</b>
Lymnaeidae	<b>Baetidae</b>	Aphelocheiridae	Sialidae	Ptychopteridae
Melanopsidae	Caenidae	Corixidae	PLANNIPENNES	Scatophagidae
Neritidae	<b>Ephemellidae</b>	Gerridae	Osmylidae	Sciomyzidae
<b>Physidae</b>	Ephemeridae	Hebriidae	Sisyridae	<b>Simuliidae</b>
Planorbiidae	<b>Heptageniidae</b>	Hydrometridae	LEPIDÓPTEROS	Stratiomyidae
Valvatidae	<b>Leptophlebiidae</b>	Naucoridae	ODONATOS	<b>Oxycera sp.</b>
Viviparidae	Oligoneuriidae	Nepidae	Aeschnidae	<i>Stratiomys sp.</i>
BIVALVOS	Polymitarcidae	Notonectidae	Calopterygidae	<b>Syrphidae</b>
Dreissenidae	<b>Potamanthidae</b>	Mesoveliidae	Coenagrionidae	Tabanidae
Sphaeriidae	Prosopistomatidae	Pleidae	Cordulegasteridae	Thaumaleidae
Unionidae	Siphonuridae	Veliidae	Corduliidae	Tipulidae
<u>CRUSTÁCEOS</u>	TRICÓPTEROS	<b>COLEÓPTEROS</b>	Gomphidae	
ANFÍPODOS	<b>Beraeidae</b>	<b>Chrysomelidae</b>	Lestidae	
<b>Gammaridae</b>	<b>Brachycentridae</b>	<b>Curculionidae</b>	Libellulidae	



### **III. Bioindicadores**



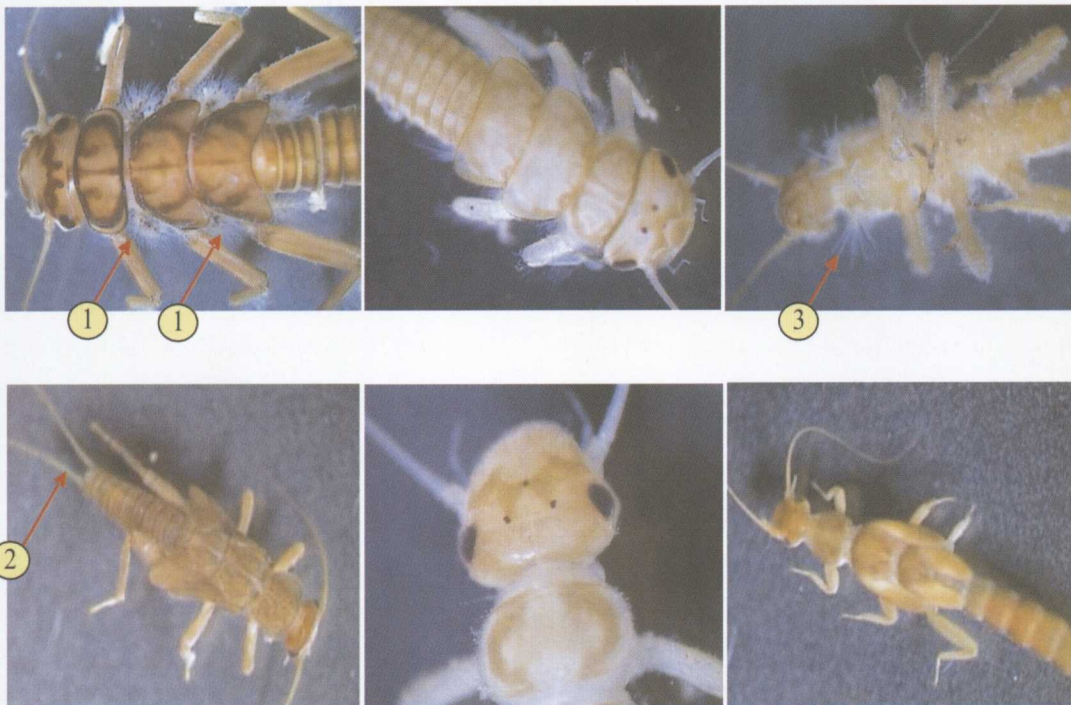


# Clave de identificación de los invertebrados acuáticos y sus bioindicadores

## Bioindicadores: *Plecoptera*



Fotografías: J. Rueda



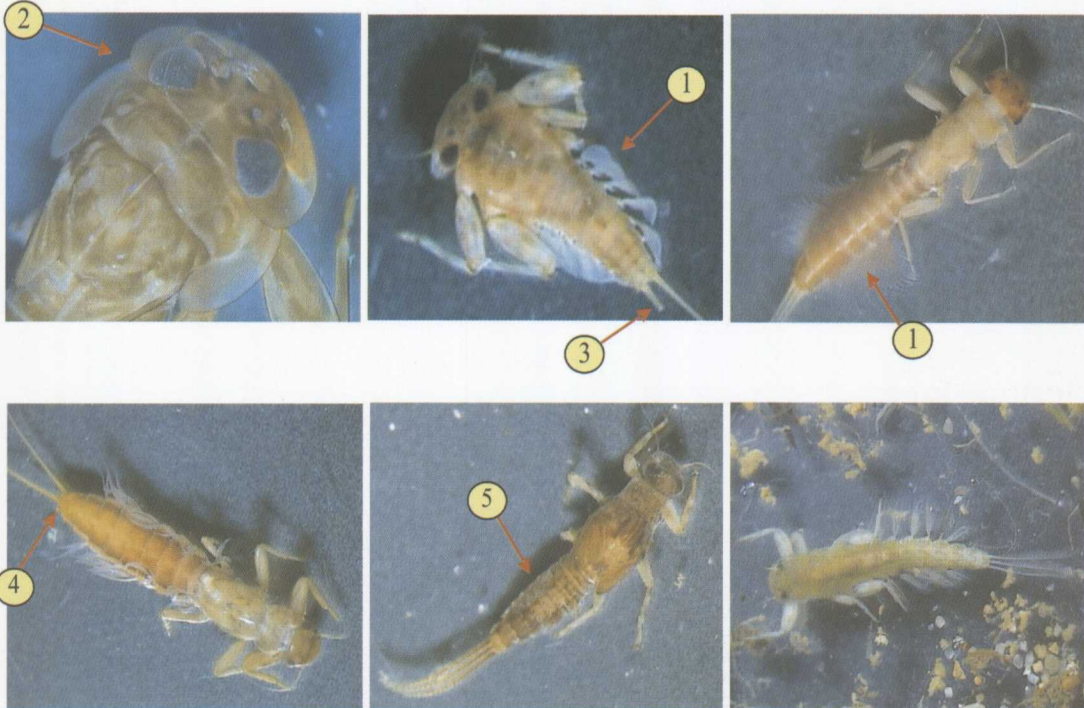
La morfología diferencial de los plecópteros frente a los demás insectos se caracteriza por poseer dos uñas en cada una de sus seis patas, dos colas, llamadas cercos, al final del abdomen y jamás se observarán branquias en los segmentos abdominales. Estos tres caracteres son siempre inseparables.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que pueden poseer branquias entre las axilas de las patas (1), entre los cercos abdominales (2) o entre la cabeza y el tórax (3).

Se pueden encontrar ejemplares de hasta 35 mm.

Son grandes predadores en su mayoría, les gustan las aguas muy oxigenadas, preferentemente en corrientes elevadas, y se sitúan normalmente sobre las piedras. Son voladores en la fase adulta, por lo que en verano podemos encontrar sus mudas sobre las rocas del río objeto de estudio.

**Bioindicadores: *Ephemeroptera* I**



Fotografías: J. Rueda

La morfología diferencial de los efemerópteros, frente a los demás insectos, se caracteriza por poseer una única uña en cada pata, tres colas al final del abdomen, cercos, y siempre se observarán branquias laterales en los segmentos abdominales (1). Estos tres caracteres son inseparables; sin embargo, existe una especie que sólo posee dos cercos (3). También es frecuente que se rompa uno de ellos (4), lo que puede provocar confusión. Su cuerpo está más o menos aplas-

tado dorsoventralmente (2). Por otro lado, hay que tener en cuenta que pueden poseer branquias tan aplastadas sobre los segmentos abdominales que pasarían desapercibidas (5). Se pueden encontrar ejemplares de hasta 18 mm.

La mayor parte de efemerópteros son detritívoros, ingieren pequeñas partículas y les gustan las aguas oxigenadas, preferentemente en corrientes elevadas, y se suelen situar sobre y debajo de las piedras.

## Bioindicadores: *Trichoptera I*



Fotografías: J. Rueda



La morfología diferencial de los tricópteros frente a los demás insectos se caracteriza por poseer un par de ganchos anales situados al final de unas seudopatas terminales (1). En el caso de los tricópteros I, siempre hay un estuche formado por restos vegetales (2), granos de arena (3), trozos de hojas (4) e incluso caracoles (5) u otro material disponible en el agua. Hay que tener en cuenta que el animal debe encontrarse siempre dentro del estuche para considerarlo bioindicador, y que posee una morfología similar a la de la foto (6). En este

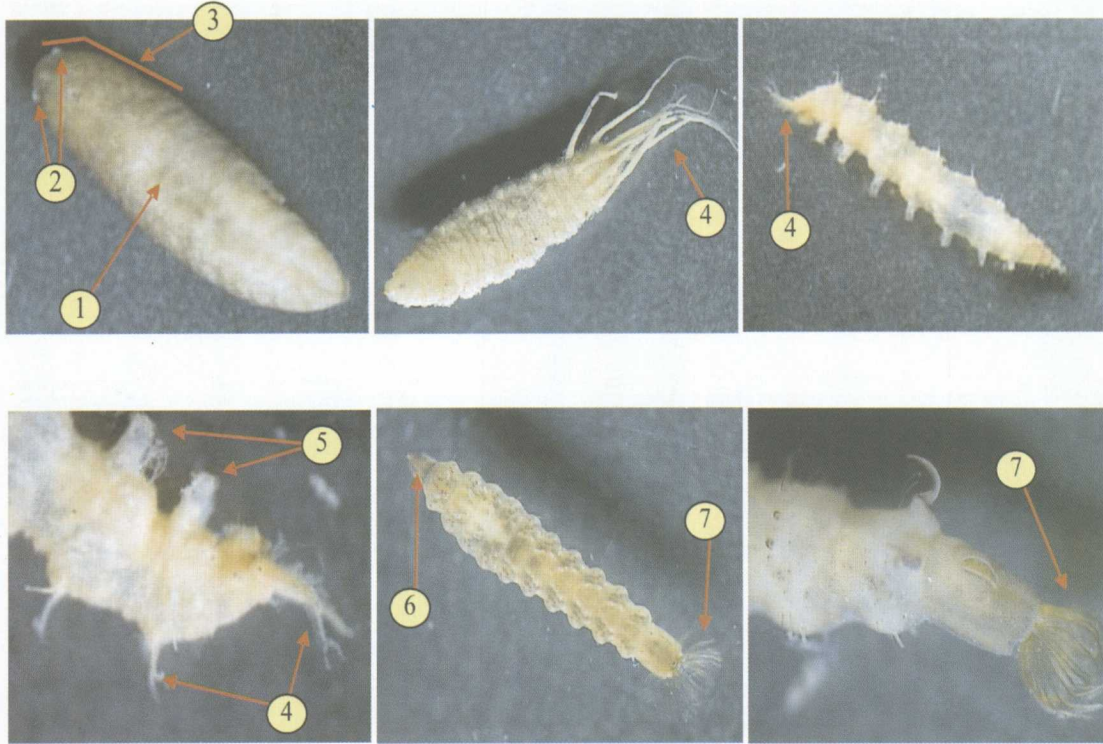
caso, el tricóptero y su estuche son inseparables.

La palabra tricóptero significa "pelos en las alas", que poseerán en la forma adulta, por lo que su fase acuática es la larvaria. Evolutivamente, son los antepasados de las mariposas.

Se pueden encontrar ejemplares de hasta 50 mm.

Su forma alimenticia es variada, se pueden encontrar tanto predadores como raspadores, a los cuales les gustan las aguas bien oxigenadas.

**Bioindicadores: Varios I**



Fotografías: J. Rueda

Estos "bioindicadores varios I" pertenecen a dos grandes grupos muy diferentes. El primero es un gusano plano llamado "planaria" (1), que puede tener dos tentáculos anteriores (2) y una fila de ojos que bordean el primer tercio del animal (3) o dos ojos bien visibles en la parte anterior. El segundo grupo contempla dos tipos de larvas de dípteros que se distinguen fácilmente por sus largos filamentos branquiales posteriores (4, no sedas) y siete u ocho pares deseudópodos

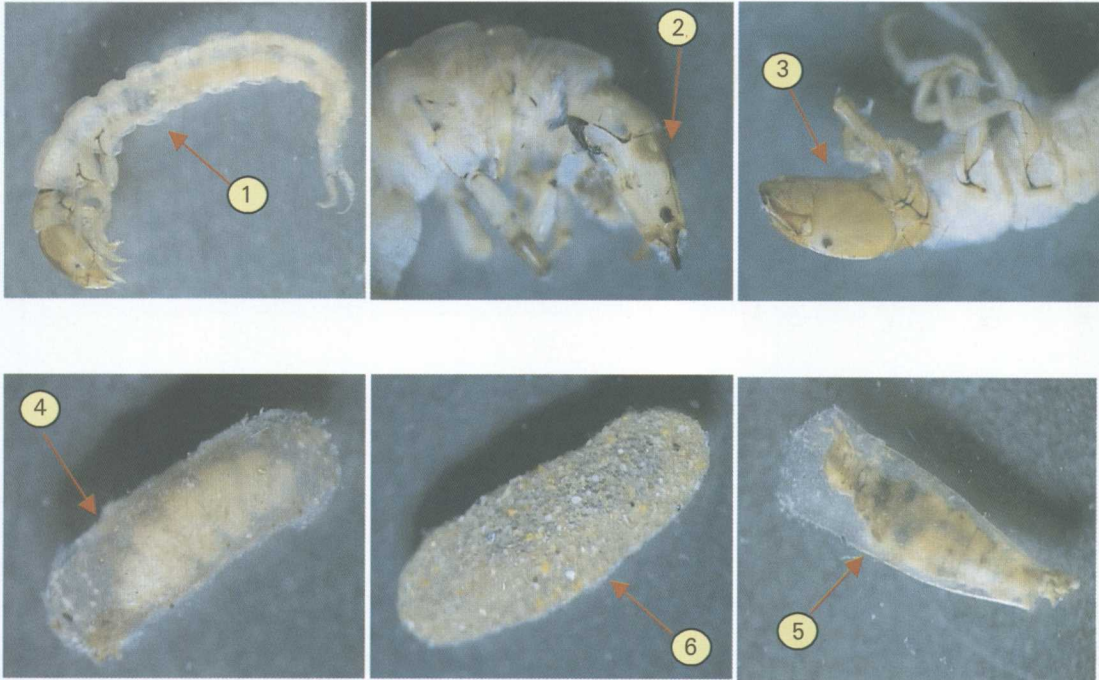
ventrales (5), llamados atercicos, o un animal con una cabeza bien definida (6) y una corona de sedas plumosas en la parte final del abdomen (7), denominado Oxycera.

Los individuos determinados por los números 1 a 5 son predadores, mientras que los representados en las últimas dos fotos son filtradores que están asociados al musgo acuático, no sobrepasan nunca los 15 mm y se encuentran en aguas carbonatadas.

## Bioindicadores: *Trichoptera* II



Fotografías: J. Rueda

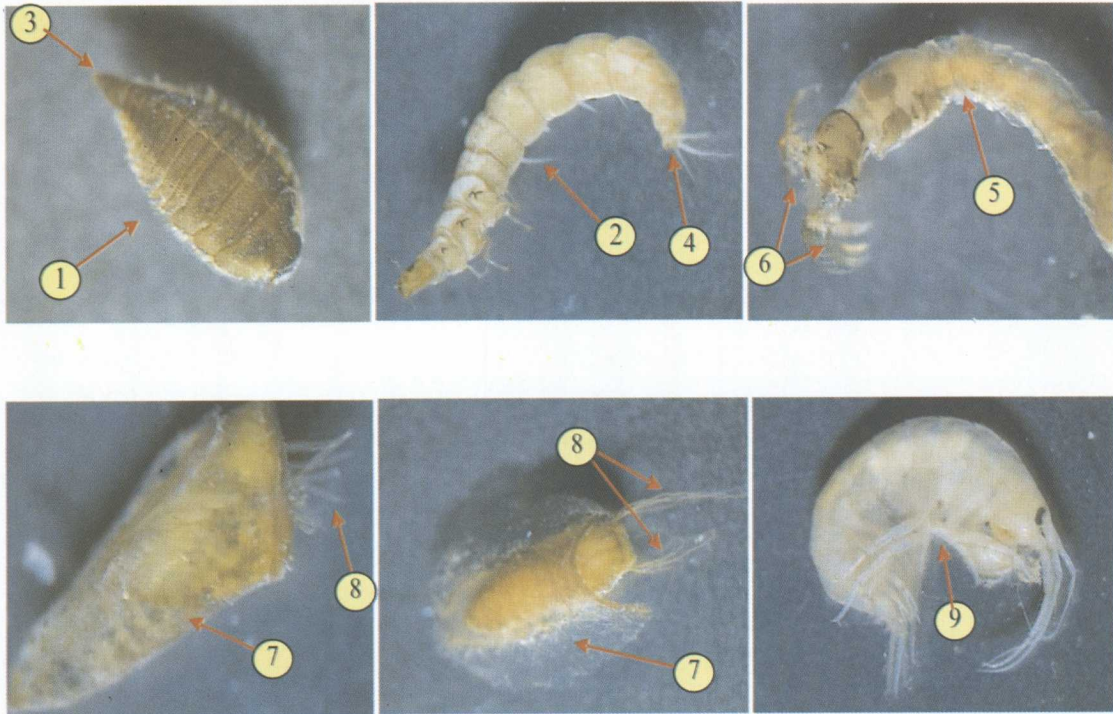


En el caso de los tricópteros II se observan dos formas; los primeros no tienen estuche y se desplazan sin ningún tipo de protección (1, 2 y 3), los segundos están formados por un estuche comprimido lateralmente, elaborado con seda (4 y 5) o con sedimentos fi-

nos (6). La dimensión de estos últimos nunca pasa de 6 mm.

Como bioindicadores, podemos destacar que son detritívoros, en su mayoría, por lo que aceptan cierta carga orgánica en suspensión dentro del agua.

## Bioindicadores: Varios II



Fotografías: J. Rueda

Estos "bioindicadores varios II" engloban tres grupos diferentes. El primero corresponde a los coleópteros acuáticos, cuyas larvas tienen la apariencia de las fotos 1 y 2. Como característica principal se puede resaltar la ausencia de ganchos (3), o la presencia de dos pares (4, uñas) en la parte final del abdomen. El segundo pertenece a los dípteros simúlidos (mosca negra). Su forma larvaria (5) posee unas mandíbulas transformadas en rastrillos recolectores (6) para retener el alimento. Durante la fase de pupa desarrolla una envoltura de seda (7) y unos filamentos

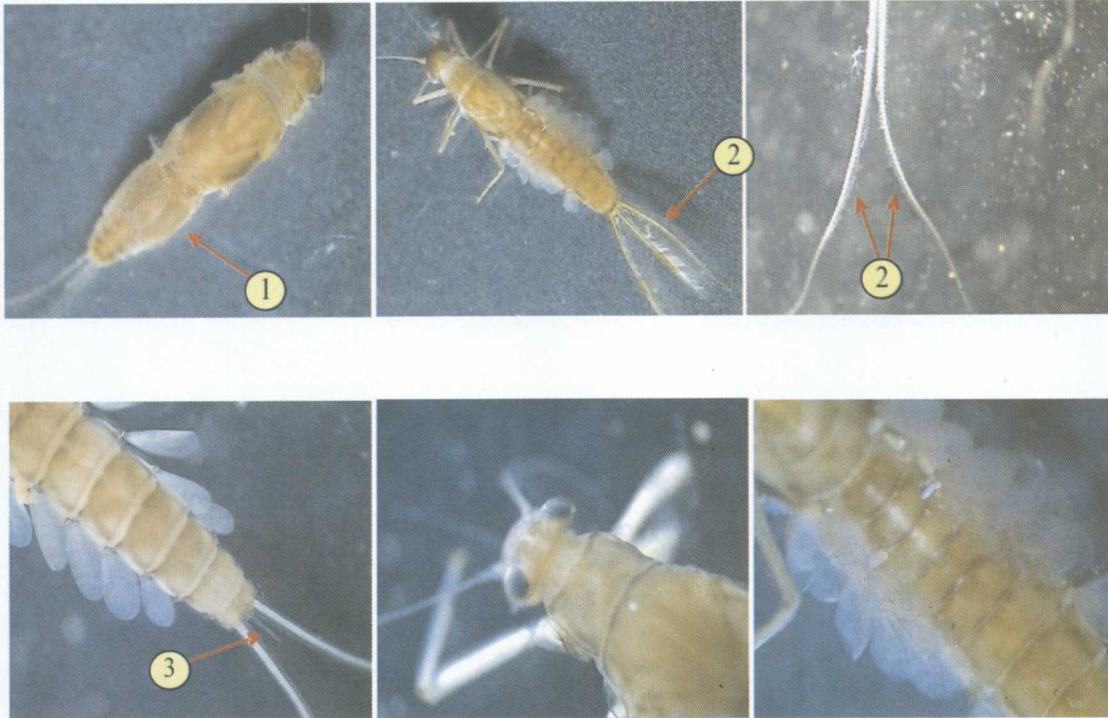
branquiales largos (8). El último grupo pertenece a los crustáceos anfípodos y tiene una morfología similar a la de la foto (9).

Cabe decir que los coleópteros adultos no se consideran como bioindicadores, ya que precinden del oxígeno del agua para su respiración y además tienen la capacidad de volar y colonizar otros medios que pueden estar contaminados. Tampoco encontramos pupas de coleópteros en el agua, pues esta fase la realizan normalmente entre las raíces de la vegetación de ribera.

## Bioindicadores: *Ephemeroptera* II



Fotografías: J. Rueda



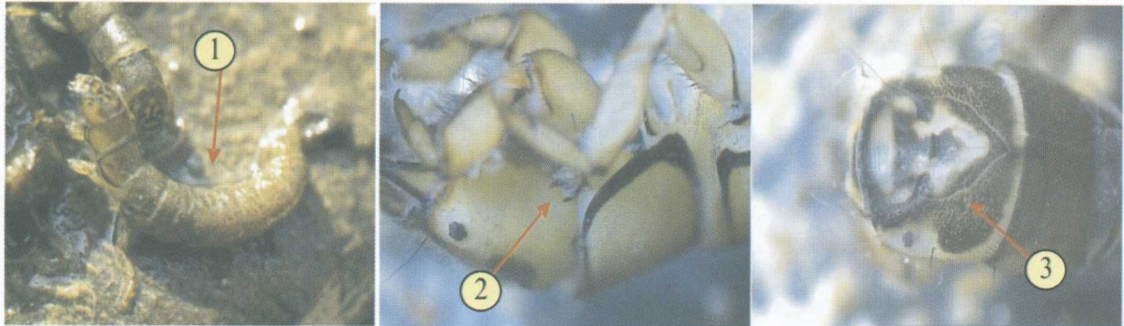
La morfología diferencial de los efemerópteros II, frente a los efemerópteros I, se divide en dos grupos. El primero se caracteriza por tener branquias dorsales protegidas por dos placas muy visibles en los primeros segmentos abdominales (1). El segundo grupo de efémeras (llamado a veces efímeras) se distingue gracias a las sedas internas (pelos) situadas sobre los cercos laterales (2), nunca sedas externas. En este último caso puede ocurrir que el cerco central (3) sea muy corto, por lo que da la impresión de poseer

dos cercos pero dejando siempre visible la punta cuando se observa con lupa. También en estos casos son frecuentes las roturas, por lo que hay que asegurarse de que los ejemplares están enteros. Sus branquias nunca son filamentosas ni plumosas.

Se pueden encontrar ejemplares de hasta 12 mm.

Estos invertebrados soportan cargas importantes de materia orgánica en suspensión que aprovechan para alimentarse.

### Bioindicadores: *Trichoptera* III



Fotografías: J. Rueda



En el caso de los tricópteros III, sólo existe el género *Hydropsyche* como bioindicador (1 a 6), y sus características son muy visibles. Entre la cabeza y el tórax tiene una pieza con dos dientes bien patentes (2). La parte superior de la cabeza tiene un diseño basado en manchas claras y oscuras muy marcadas (3

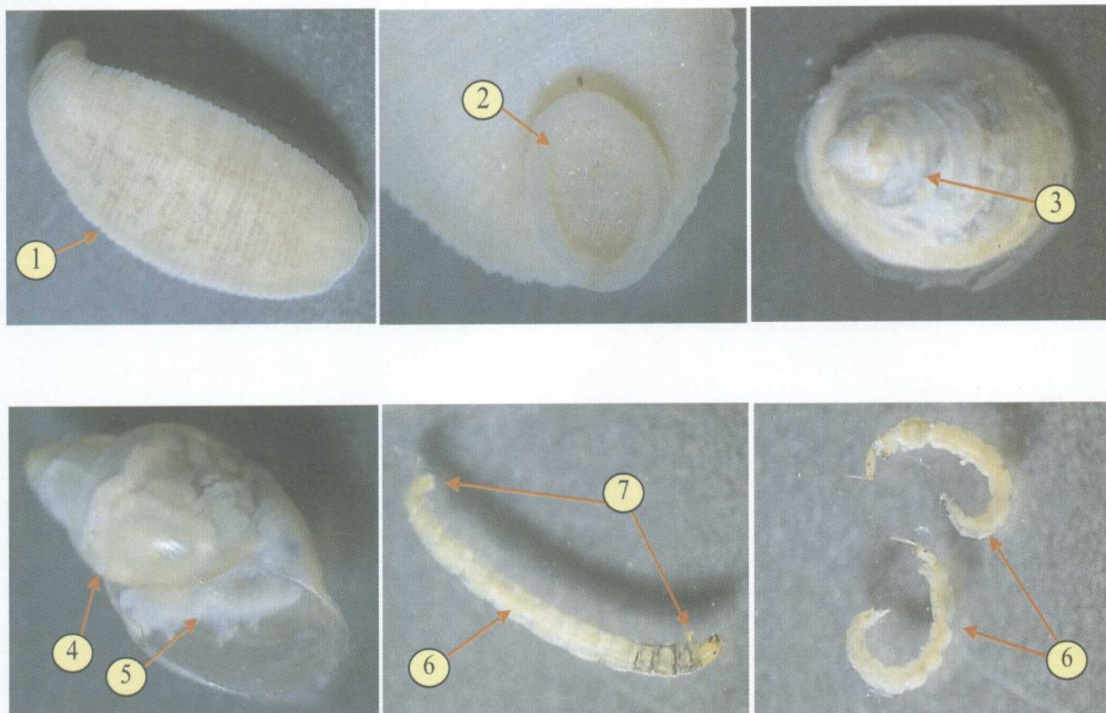
y 4). La parte inferior del abdomen está cubierta de branquias filamentosas (5). Estos individuos aceptan grandes cargas de materia orgánica en suspensión dentro del agua. Para alimentarse de ella, confeccionan una red en forma de embudo que les ayuda a capturarla (6).



## Bioindicadores: Varios III



Fotografías: J. Rueda



Estos “bioindicadores varios III” engloban tres grupos diferentes. El primero corresponde a las sanguijuelas, las cuales siempre tienen una ventosa posterior (1 y 2). Algunas especies pueden medir hasta 70 mm, pero la de la foto no sobrepasa los 20 mm. El segundo pertenece a los gasterópodos; por un lado, los anclidos (3), que son unas pequeñas lapas que no pasan de los 10 mm y, por otro, tenemos a los físidios (4), con la aber-

tura bucal de la concha a la izquierda (5). El tercer grupo engloba las formas de chironómidos de color verde (6), que se distinguen por tener dos pares de pseudópodos, uno en el segmento situado después de la cabeza y el otro en la parte final del abdomen (7). Estos últimos raramente alcanzan los 10 mm y se sitúan en las zonas que reciben altas concentraciones de materia orgánica.

### Bioindicadores: Varios IV



Fotografías: J. Rueda



Estos "bioindicadores varios IV" engloban dos grupos diferentes. El primero corresponde a las lombrices. Éstas se alimentan de las sustancias de los fangos (1). Incluye especies que miden entre 5 y 80 mm. El segundo pertenece a los dípteros; para distinguirlos, diremos que existen formas de bastoncillos llamados ceratopogónidos (2), que son parecidos a los quironómidos pero sin pseudópodos. Seguimos con los psicódidos, que tienen un penacho de sedas en la parte anal y suelen llevar placas oscuras sobre su tegumento (3). Los quironómidos

rojos son de este color debido a la hemoglobina (4), que les permite capturar el oxígeno del aire, ya que escasea bastante en el agua. A continuación tenemos los culcídidos (5), o verdaderos mosquitos, que se diferencian por su tórax engrosado. Los últimos bioindicadores de esta ficha se han adaptado a los medios sin oxígeno disuelto en el agua y están provistos de un tubo telescópico, al final del abdomen (7), que sacan fuera del líquido para poder respirar el oxígeno del aire. Estos últimos se denominan sírfidos (6).

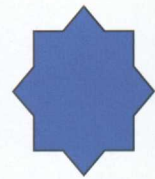
#### **IV. Estado de salud del río**



# Estado de salud del río

## ESTADO DEL RÍO: Muy sano

INDICADORES BIOLÓGICOS: Macroinvertebrados



Fotografías: J. Rueda

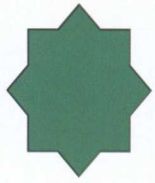


Esta categoría nos indica que las aguas del río, estudiadas en el punto de muestreo correspondiente, se pueden considerar como aguas muy limpias o aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible. El

50% de los macroinvertebrados capturados deben ser bioindicadores de tipo azul, es decir, intolerantes a cambios sustanciales en la calidad del agua. El 40% pueden ser de tipo verde y el 10% de tipo amarillo.

## ESTADO DEL RÍO: Alterado

INDICADORES BIOLÓGICOS: Macroinvertebrados



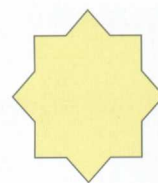
Fotografías: J. Rueda

Esta categoría nos indica que en las aguas del río, estudiadas en el punto de muestreo correspondiente, se pueden considerar como "evidentes algunos efectos de contaminación". El 50% de los macroinvertebrados capturados deben ser bioindicadores de tipo verde, es decir, que aceptan cierta cantidad de materia orgánica en suspensión. El 50%

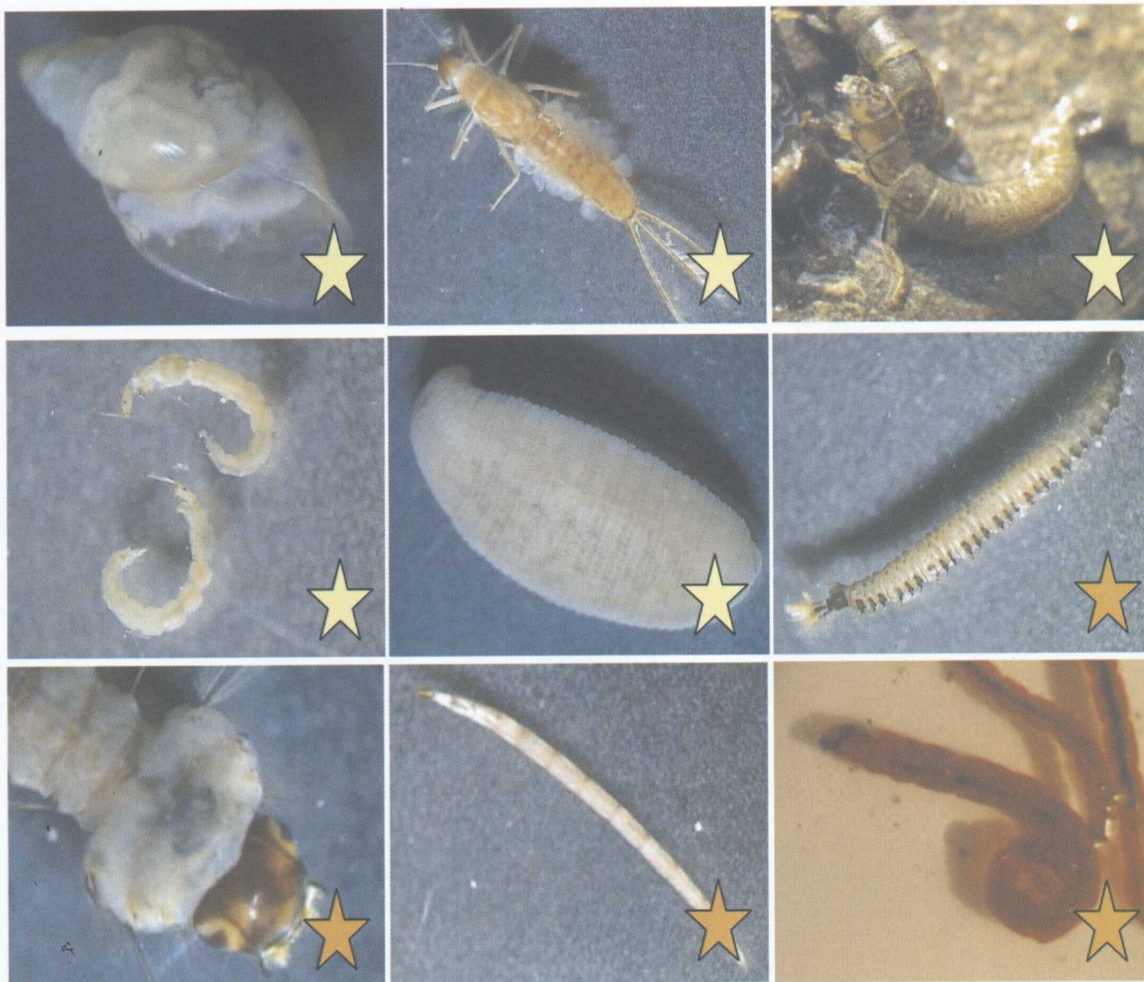
restante suele ser de tipo amarillo, lo que nos indica un aumento de los grupos filtradores. La riqueza faunística se ha visto lesionada y se ha reducido considerablemente. En las valoraciones de calidad hay que tener en cuenta que estamos trabajando con seres vivos, por lo que puede haber variaciones con respecto a los bioindicadores capturados.

## ESTADO DEL RÍO: Enfermo

INDICADORES BIOLÓGICOS: Macroinvertebrados



Fotografías: J. Rueda

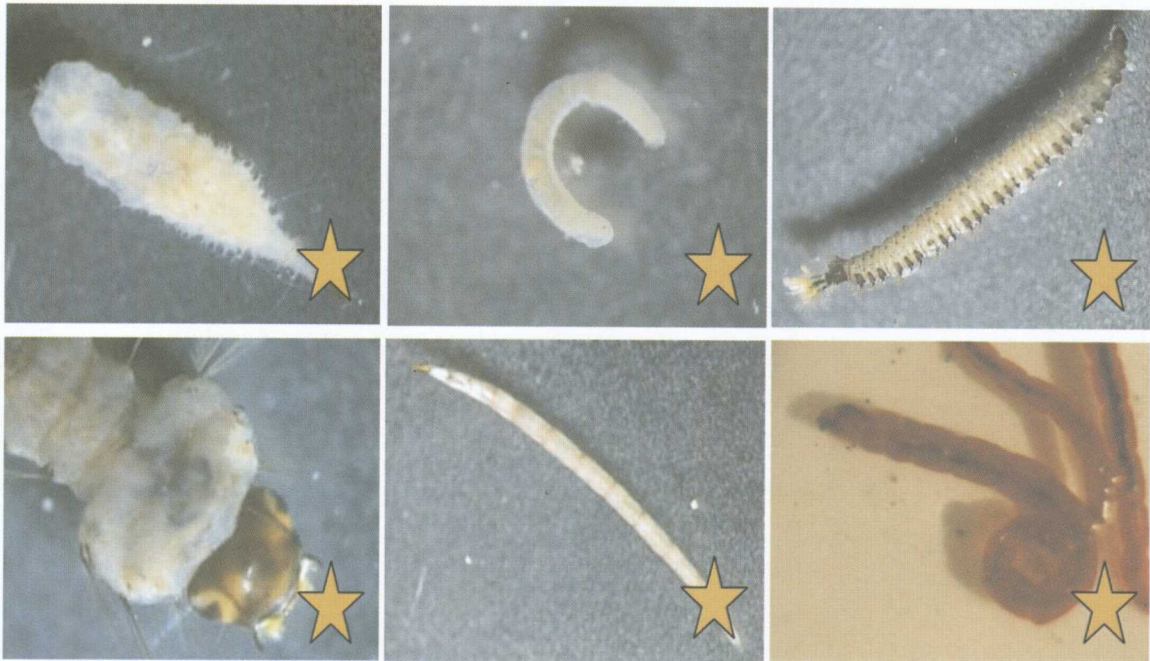
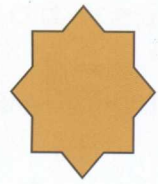


Esta categoría nos indica que las aguas del río, estudiadas en el punto de muestreo correspondiente, se pueden considerar aguas contaminadas. El 50% de los macroinvertebrados capturados tienen que ser bioindicadores de tipo amarillo, es decir, que aceptan gran cantidad de materia orgánica en suspensión. El 50% restante suele ser de tipo

naranja, lo que nos indica una fuerte disminución del oxígeno disuelto. Hay muchas bacterias que consumen dicho oxígeno, y muchos invertebrados capturados en estas aguas disponen de recursos para tomar el oxígeno del aire mediante adaptaciones muy concretas. La riqueza faunística se habrá reducido en más de la mitad.

## ESTADO DEL RÍO: Grave

### INDICADORES BIOLÓGICOS: Macroinvertebrados



Fotografías: J. Rueda

Esta categoría nos indica que las aguas del río, estudiadas en el punto de muestreo correspondiente, se pueden considerar aguas muy contaminadas. Todos los invertebrados son bioindicadores de tipo naranja, suelen alimentarse de materia orgánica en suspensión o de bacterias presentes en los

fangos. La riqueza faunística se queda limitada a una decena de especies, ya que las concentraciones de oxígeno se han reducido a la mínima expresión. Los invertebrados que subsisten en estas condiciones se denominan muy tolerantes; por supuesto, muy tolerantes a la contaminación.



## ESTADO DEL RÍO: **Muy grave**

INDICADORES BIOLÓGICOS: Macroinvertebrados



**R.I.P.**

(Río Inviabile Permanentemente)

**Descanse en paz**

Esta categoría nos indica que las aguas del río, estudiadas en el punto de muestreo correspondiente, se pueden considerar aguas fuertemente contaminadas. Las bacterias y los hongos se han adueñado del lugar. La riqueza faunística de macroinvertebrados no existe y las concentraciones de oxígeno están en el cero o próximas a ello.

Todas las especies han desaparecido, aun así, cualquier cosa que se haga en favor de recuperar las aguas del lugar será en beneficio de las generaciones futuras.

Estas condiciones son inaceptables y deberán ser denunciadas con el apoyo de un informe realizado por un especialista en macroinvertebrados y calidad biológica de las aguas continentales.





ISBN 843694142-X



9 788436 941425