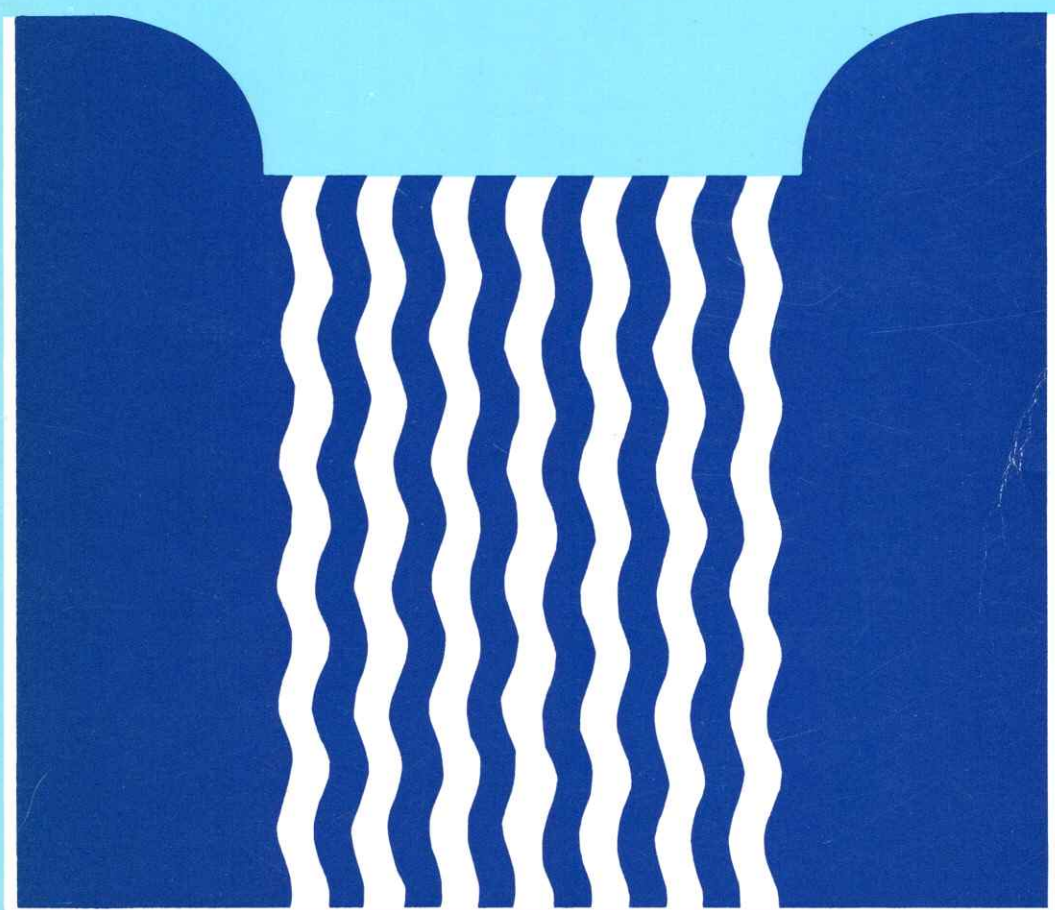


***Campaña Educativa
sobre el Agua***

GUIA DIDACTICA

Ciclo Superior de EGB



MOPU

Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo

La Campaña Educativa sobre el Agua tiene, entre otros, los siguientes objetivos:

1. Que los escolares conozcan la importancia y utilidad del agua, su condición de recurso escaso, el modo como se administra, el cuidado y la atención que requiere.
2. Favorecer un conocimiento del medio en que viven los escolares.
3. Crear en ellos actitudes de responsabilidad y solidaridad.
4. Trascender a la familia y la sociedad a partir de las actividades que, dentro y fuera del Centro, se realicen.

La Campaña está promovida por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo y cuenta con la colaboración del Ministerio de Educación.

En su puesta en marcha han contribuido algunas Comunidades Autónomas, mediante una coordinación con las Consejerías correspondientes. De su instrumentación y aplicación se encargan las Confederaciones Hidrográficas, Organismos Autónomos de la Dirección General de Obras Hidráulicas del MOPU.

***Campaña Educativa
sobre el Agua***

GUIA DIDACTICA

Ciclo Superior de EGB

Las Guías Didácticas —desde Preescolar hasta Enseñanzas medias, pasando por cada uno de los ciclos de E.G.B.— constituyen parte importante de la Carpeta Educativa, destinada a los maestros.

Redactadas bajo la supervisión del Ministerio de Educación, las Guías no son documentos cerrados que haya que seguir fielmente, sino que ofrecen orientaciones, que el maestro utilizará según sus necesidades. Pretenden motivar a los profesores para que éstos a su vez motiven a los alumnos.

La importancia que en cada una de las Guías Didácticas se da a las actividades es indicativa de que se opta por un método de trabajo activo, que fomente en los escolares la iniciativa y la búsqueda, que promueva debates y permita llegar a conclusiones elaboradas en común. De ahí que aunque se sugieran actividades individuales en algunos casos, en la mayor parte de ellos se plantean actividades en equipo.

Sugerimos que los materiales y documentos inicialmente elaborados por los escolares se conserven como base para el trabajo posterior de otros y pasen al fondo de la Biblioteca del Centro o Aula, del Laboratorio en su caso, u otras dependencias.

Las Guías Didácticas tendrán una continuidad a través de un Boletín de seguimiento de la Campaña.

El autor de la Guía Didáctica para el ciclo superior de E.G.B. es *Don Enrique Sánchez Sánchez*.

La Guía no pretende recoger todas las actividades que se pueden realizar con el agua como tema, pero sí pretende servir de muestra representativa de dichas actividades y a la vez de incitar al maestro a que busque o invente otras nuevas. Lo que sí se recomienda encarecidamente es que estas actividades se realicen con un método de trabajo activo y en el que el alumno tenga una gran participación, que colabore con un «espíritu científico», es decir, que en los temas que lo permitan se plantee interrogantes, lance hipótesis sobre esos interrogantes, verifique o niegue esas hipótesis en forma experimental y por último, saque conclusiones válidas mediante una puesta en común de los datos encontrados. Es cierto que algunos datos o conceptos no pueden ser aprehendidos experimentalmente, por lo que apuntamos también la investigación en libros, enciclopedias, prensa, encuestas dentro y fuera de la escuela, consulta a organismos municipales, estatales o privados, etc.

En suma, la propuesta es clara: Que sea el alumno el que participe de forma destacada en el proceso educativo. Esto exige del profesor la necesidad de encomendar las actividades a los alumnos por medio de un guión previo, en el que el alumno se apoye y le vaya marcando la pauta de su trabajo y sus descubrimientos y *sobre todo que no le indique lo que va a descubrir*.

Por ejemplo, fijándonos en la actividad del Capítulo 5 que intenta demostrar la existencia de agua en la atmósfera, sugerimos los siguientes pasos de ese guión destinado al alumno¹.

- Prepara el siguiente material: vasos de cristal, agua, zumos, aceite, gasolina, refresco de cola, cubos de hielo.
- Llena un vaso con agua y después seca cuidadosamente con un trapo o papel el vaso por fuera. Pon varios cubitos de hielo en el vaso, espera unos minutos y observa el exterior del vaso. ¿Qué ocurre? ¿Aparece algo en el exterior del vaso?_____

¹ Tomado de *El aire*. Guereñu, Huerta, Yang (Taller Arquímedes). Proyecto financiado por la Comunidad Autónoma de Madrid. Sin publicar aún.

- ¿De dónde crees que ha salido? Escribe una hipótesis acerca de su procedencia._____
- Repite el experimento anterior pero tiñendo previamente el agua con algún colorante. ¿Aparece tintura en el exterior del vaso?_____
- Repite con otros líquidos (cola, aceite, gasolina...). ¿Aparece cola, aceite, gasolina, etc., en el exterior del vaso?_____
- Por último, mete un vaso vacío en la nevera durante unos minutos. Sácalo y déjalo en reposo. ¿Qué aparece en el exterior?_____
- ¿Era correcta tu primera hipótesis? _____ Si no lo era, ¿tienes ya la explicación correcta? Escríbela:_____
- ¿Por qué en invierno se empañan los cristales?_____
- _____
- ¿Sabes qué es el rocío?_____
- _____
- Después de la puesta en común, escribe aquí las conclusiones finales de todo el trabajo, añadiendo la corrección de los errores que hayas tenido_____
- _____
- _____

4

Este modelo de guión deja el protagonismo en manos del alumno, teniendo el profesor el suyo en la elaboración del guión y en la correcta secuenciación de descubrimientos. Más adelante, con la práctica de los alumnos, pueden ser más abiertos y basados sólo en las ideas generales, dejando al alumno más libertad e inventiva, pero siempre con una puesta en común final.

Por otra parte, la elaboración y difusión de esta Guía Didáctica para el Ciclo Superior de EGB, está coincidiendo con el proceso de reforma del citado Ciclo, reforma que precisamente hace más hincapié en el método de trabajo del alumno y menos en los contenidos. La Guía, pues, pretende inscribirse en esa línea, salvando por supuesto las exigencias de un contenido obligatorio en este caso, como es el agua, y creemos que con el resto del material que la acompaña, puede ser uno de los materiales de apoyo que pide el Ciclo Superior y que su uso puede extenderse más allá de esta campaña del MOPU.

Por último, queda advertir que cada tema o capítulo tiene actividades de ciencias naturales (las más), de ciencias sociales, de lenguaje y de plástica. Se obliga así a que los responsables de cada Área y de cada curso se distribuyan las actividades, y cada uno, con una importancia variable según el tema, trabaje en forma coordinada con los demás. ¿Interdisciplinariedad? No nos atrevemos a decir tanto.

1. El ciclo del agua

Objetivo

Conocer y comprender el ciclo del agua en la Naturaleza y llegar al conocimiento de que siempre hay la misma cantidad de agua sobre el planeta.

Contenidos

El ciclo del agua: mares, evaporación, nubes, lluvia o nieve, aguas continentales, mares. El ciclo se produce gracias al calor del Sol y a la fuerza de la gravedad. El agua de los océanos forma el 97% del agua total del planeta; el 3% restante es agua dulce.

Actividades

- Reproducir el ciclo del agua en la Naturaleza. Como fundamentalmente es una evaporación y una condensación, se puede reproducir de muchas maneras, y de entre ellas, apuntamos unas cuantas. Si en todas utilizamos de partida agua con sal, el efecto se verá reforzado al aparecer agua dulce como producto final.
- Destilar agua en el laboratorio (fig. 1).
- Sobre una olla con agua hirviendo, poner una bandeja metálica con trozos de hielo y ver cómo se condensa el agua y se produce la lluvia (fig. 2). Si se coloca un plano inclinado, el agua vuelve a la olla.
- Colocar al sol dos platos cubiertos con un plástico (fig. 3). Si queremos que se vea mejor, se puede poner un lapicero con plastilina en el fondo del plato a modo de mástil de tienda. El plato de abajo debe ser más grande para recoger el agua que escurra.
- Colocar un recipiente grande, otro pequeño, un plástico y una piedra, tal como indica la fig. 4¹.
- Escenificar o escribir una historia en la que un grupo de náufragos obtiene agua potable por alguno de los métodos descritos, principalmente por el 3 o el 4.

5

¹ Tomado de *Teoría y práctica de las energías renovables*. Grupo de trabajo de «Educación, energía y medio ambiente». Colectivo pedagógico de Asturias. ICE de la Universidad de Oviedo. Oviedo, 1983.

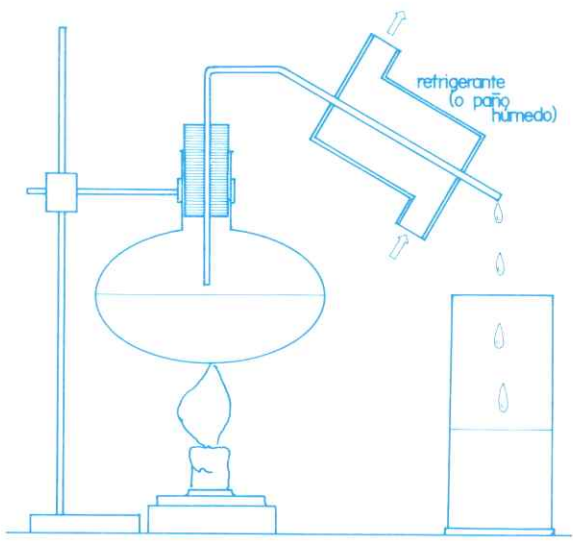


Figura 1

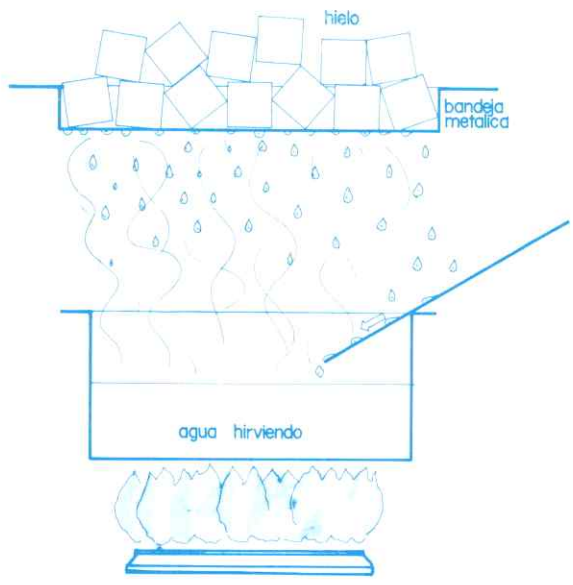


Figura 2

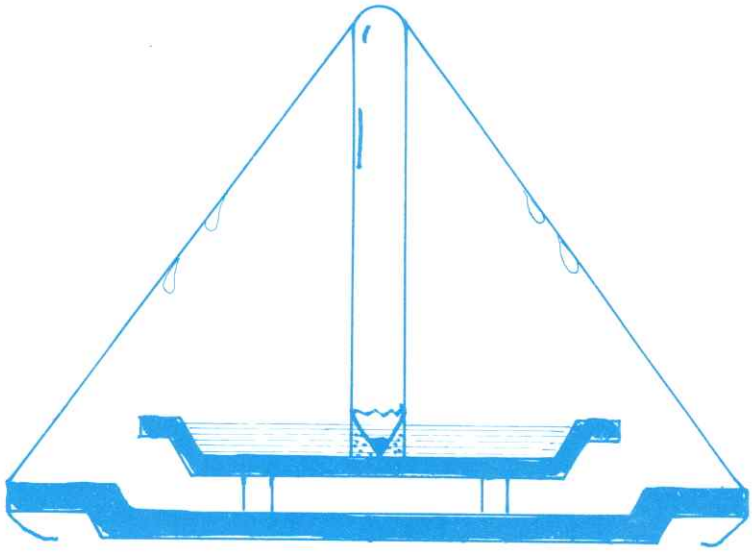


Figura 3

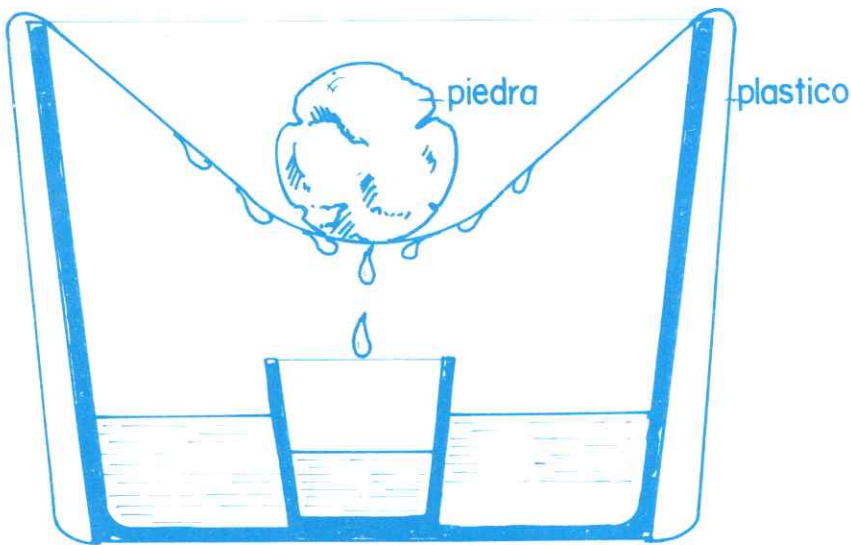


Figura 4

- Averiguar cuantos litros de agua dulce se producen por hora de sol en cualquiera de los dos métodos y, en consecuencia, si podrían subsistir los náufragos del cuento anterior.
- Intentar mejorar alguno de los procesos por medio de plásticos de colores (negro, azul, rojo...) e intentar calcular el porcentaje de mejora, es decir, a cantidades de agua iguales como punto de partida, averiguar cuánto se obtiene de más o de menos con cada uno de los colores.
- ¿Influye la superficie? Si partimos de dos cantidades iguales de agua colocadas en vaso o en plato, ¿de cuál se obtiene más?
- Aprender el nombre de los procesos que implican los cambios de estado tratados.
- Escribir un cuento en el que una gota de agua o una molécula explican su viaje durante todo el ciclo.
- Realizar un mural en el que se plasme el ciclo. Puede hacerse de forma realista o esquemática. En cursos superiores incorporar a ese esquema las aguas de escorrentía, las aguas subterráneas, de filtración, el agua retenida por el suelo y el flujo subterráneo vertido directamente al mar.
- Buscar en el diccionario o en libros de texto los conceptos expresados en la actividad anterior.
- Buscar y señalar por escrito las diferencias entre evaporación y evapotranspiración.
- Buscar en el diccionario el significado de la palabra lisímetro.

- Estudiar la retención de diferentes suelos². Tomar la parte superior de botellas de plástico, tapar la boca con gasa o tela, llenar de diferentes muestras de tierra y colocar sobre probetas vacías (fig. 5). Verter cantidades iguales de agua sobre cada muestra y observar qué cantidad se filtra y pasa a la probeta y qué cantidad queda retenida por la tierra. Expresar porcentajes.

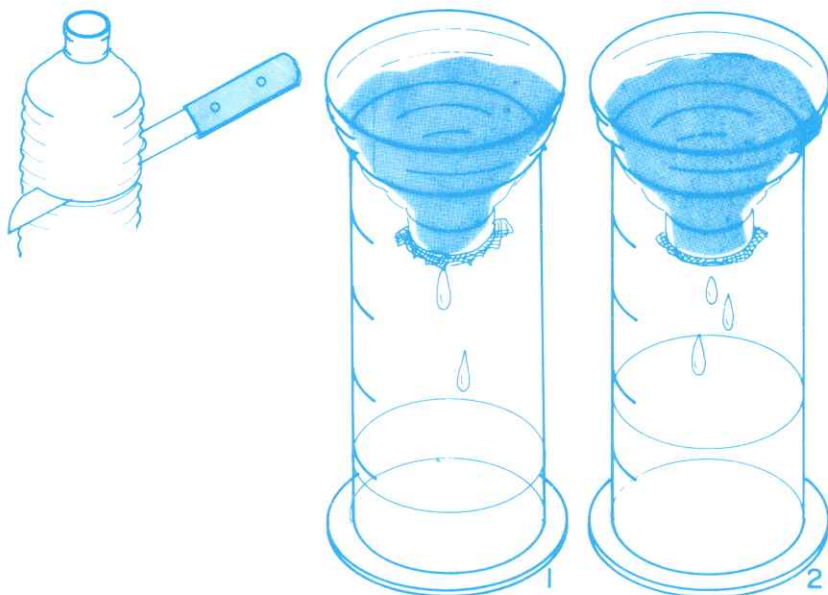


Figura 5

8

- Tomar una probeta grande de vidrio y llenar con una muestra de tierra. Echar agua en la probeta y notar cómo va bajando el agua. Medir la profundidad del agua y el tiempo tardado en alcanzar dicho punto, averiguando así la velocidad de filtración. ¿Es igual en todo momento? ¿Aumenta o disminuye con la profundidad? Si se dispone de un terrario se puede llenar totalmente y observar mejor cómo se va filtrando el agua que se eche cerca de las paredes de cristal.
- Construir un pluviómetro con una probeta y un embudo. Sabiendo previamente la superficie de la boca del embudo y el agua caída en la probeta, calcular la cantidad de agua caída por m^2 . Expresarlo en litros por m^2 . ¿Es igual decir que el agua caída, por ejemplo, es de 7 litros por m^2 que 7 milímetros por m^2 ? Razona la respuesta.
- Repetir la prueba de la probeta pero intercalando una capa de arcilla a mitad de la misma. Echar agua y observar cómo se filtra hasta llegar a la capa de arcilla. Así se forman los depósitos subterráneos.
- Visitar un centro meteorológico o una estación de aforo o cualquier otro centro de seguimiento de las redes hidrográficas, donde se podrán reforzar los conceptos tratados en el presente capítulo.

² Inspirado en *Investigando el suelo*. Luis del Carmen. Colección Vivac, n.º 4, Teide. Barcelona, 1983. Contiene más actividades relacionadas con el suelo, el agua retenida por macroporos y microporos, el agua de gravedad, etc. Igualmente en *Trabajando con el suelo. Guía de Trabajo*. Recerca/75 ICE de la UPB.

2. El agua como agente geológico

Objetivo

Observar y comprender el papel activo del agua en la transformación continua de nuestro planeta.

Contenidos

El agua en sus tres estados realiza una intensa acción geológica (erosiona, transporta y sedimenta). Acción geológica de la atmósfera: meteorización mecánica y química. Las aguas continentales erosionan, transportan y sedimentan. Acción geológica de los ríos, torrentes, aguas subterráneas, aguas libres y aguas marinas. Acción geológica de los hielos.

Actividades

9

- Visitar un terraplén o pendiente de tierra y observar los canales que se forman por el agua de lluvia. Observar igualmente que al final hay tierra acumulada. Si es posible disponer de una manguera, simular la lluvia y ver cómo el agua arrastra la tierra, visualizando los fenómenos de erosión, transporte y sedimentación.
- Si no es posible visitar un terraplén, construir un modelo en el aula. Tomar un cajón lleno de arena, inclinar y verter agua con manguera o regadera.
- Si ponemos un cajón con arena y otro con césped, vemos que el césped evita la erosión; igual ocurre en la naturaleza, ya que los vegetales impiden la erosión causada por el agua de lluvia.
- Tomar una botella de vidrio, llenar totalmente de agua, cerrarla bien y poner en el congelador de una nevera. Según se va enfriando, el agua se va contrayendo, pero al llegar a 0°C y hasta -4°C, es decir, al hacerse hielo, dilata y la botella se romperá. Igual ocurre con las grietas de las rocas, actuando como cuña y rompiéndolas poco a poco, recibiendo esta acción el nombre de meteorización mecánica.
- La meteorización química es la disgregación de las rocas por reacciones químicas entre los componentes de las rocas y los de la atmósfera, principalmente del vapor de agua, del oxígeno y del anhídrido carbónico, aunque el vapor de agua y el agua de lluvia influyen muchísimo en la

acción de los demás. Vamos a ver algunas experiencias¹ que muestren algunos de los tipos de meteorización química:

- *Hidratación.* Poner en contacto con agua un fragmento de anhidrita (sulfato de calcio anhidro). Se produce un aumento de volumen. Igual ocurre en la naturaleza, que el sulfato de calcio anhidro (Ca SO_4) si se pone en contacto con el agua se transforma en yeso (sulfato de calcio hidratado, $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) más blando y más propicio a la erosión.
- *Disolución.* Colocar cristales de sal común en ambiente húmedo. Se disolverán.
- *Oxidación.* Colocar un fragmento de hierro al aire y observar al cabo de algún tiempo la oxidación; aunque es debida al oxígeno, se puede observar cómo un ambiente húmedo acelera la oxidación. Para ello colocar otro fragmento de hierro en ambiente húmedo y comparar en cuál es mayor la oxidación.
- *Carbonatación.* Observar monumentos y edificios de caliza, especialmente en ciudades con fuerte contaminación atmosférica, tocar y ver cómo se arrancan pequeños fragmentos. Es debido al anhídrido carbónico (CO_2) de la atmósfera, pero también el agua interviene activamente, ya que el agua de lluvia lleva gran cantidad de CO_2 disuelto, que al contacto con la caliza la transforma en bicarbonato cálcico, que sí es soluble en agua. Se reproduce en el aula tomando una pequeña muestra (mejor polvo) de roca caliza e introduciéndola en un recipiente con gaseosa o tónica (que llevan CO_2). Se observa efervescencia. Al cabo de un rato sacar la roca, dejar secar y rascar con la uña. El proceso es más lento en la naturaleza, ya que en la atmósfera hay menos CO_2 que en la gaseosa. La reacción química es:



- Para observar en el aula la acción geológica de un curso de agua, es conveniente construir uno por medio de tuberías cortadas por la mitad, tejas, canalones o cualquier material similar, dispuesto tal como indica la figura 1.
- Depositando al principio del canal sales, tierra, piedras de diferente tamaño, gravas, polvo, etc., se observará que las sales se disuelven y desaparecen a la vista y que el «río» arrastra las piedras y deja las de diferente tamaño en diferentes lugares del recorrido.
- Comparar cantos redondeados de río con otras rocas. Deducir la acción desgastadora del agua y de las propias rocas al chocar unas con otras impulsadas por el agua.

¹ Tomadas de *Erosión, transporte y sedimentación*. J. M. Bueno y M.^a B. Martínez. Anaya. Madrid, 1983. Igualmente otras experiencias de este mismo capítulo. Es útil si se quiere ampliar contenidos y actividades sobre el tema.

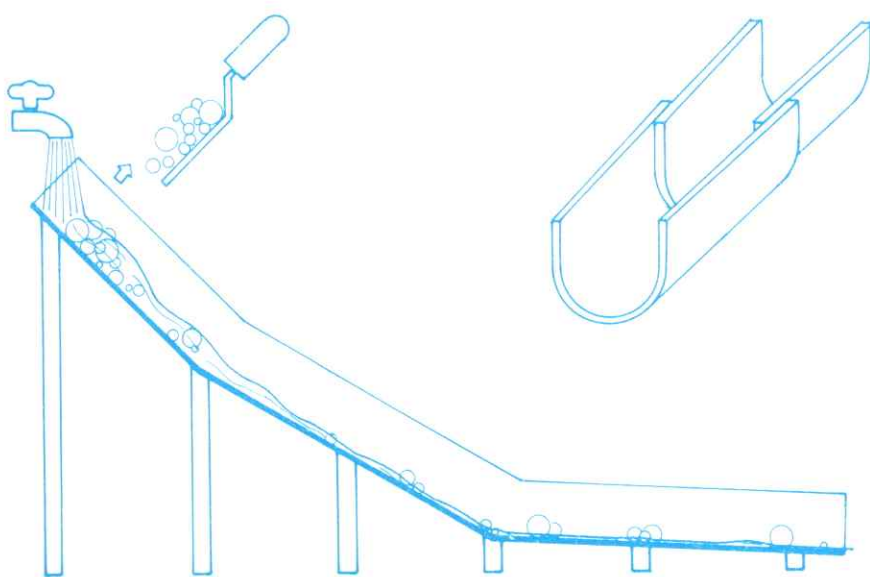


Figura 1

- Observar algún esquema de grutas subterráneas. Hacer notar que se producen en zonas calizas y por el mismo fenómeno de carbonatación explicado anteriormente, es decir, las rocas calizas son insolubles, pero el agua de lluvia con CO_2 produce bicarbonato cálcico que sí es soluble, con lo que las grietas se van agrandando. Este tipo de suelo recibe el nombre de karst y el paisaje resultante se denomina kárstico.
- Si es posible, visitar alguna cueva y observar estalactitas y estalagmitas y hacer notar que también son producto de la sedimentación del carbonato cálcico. Si tenemos una disolución de carbonato cálcico y dejamos que se evapore el agua podemos observar el precipitado.
- Buscar en el diccionario o libro de texto las palabras lapiaz, dolinas, torcas, simas, sifón, estalactitas, estalagmitas. Representar en un dibujo cada una de ellas.
- Observar en la costa o en gráficos y libros las principales formas de acción geológica del agua de mar, tales como acantilados, playas, ensenadas, estuarios, deltas, albuferas, tómbolos, etc.
- Es notorio que todas estas actividades se verán reforzadas si se realizan excursiones y salidas al campo para ver «in situ» las formas de erosión causadas por el agua, así como las partes de un torrente, valles glaciares, etc.

3. Papel del agua en el origen de la vida

Objetivo

Descubrir y comprender el papel desarrollado por el agua en el origen de la vida.

Contenidos

La vida surge en el agua. El 70% de las especies animales viven en el agua; del resto, unos viven parte de su vida en el agua o deben volver a ella en época de reproducción. Los embriones de los animales terrestres viven en medio húmedo hasta el momento del nacimiento.

Actividades

12

- Observar en clase dibujos que representen los orígenes del planeta, haciendo hincapié en que la formación del agua posibilitó primero el enfriamiento de ciertas zonas y más adelante el nacimiento de la vida en las aguas cálidas.
- Tras la lectura de algún párrafo que intente explicar los orígenes del planeta (volcanes, grandes tormentas, lluvias torrenciales, evaporaciones gigantescas, etc.), plasmarlo en dibujos.
- Estudiar en clase los diferentes animales que viven en el agua o han vivido en épocas anteriores. Intentar descubrir caracteres comunes (cuerpos hidrodinámicos, aletas...) y comparar con los terrestres o aéreos.
- Buscar en libros y enciclopedias las diversas formas de fecundación de los animales y notar que la mayoría necesita un medio húmedo para realizarse.
- Observar huevos. Notar que su contenido es líquido y que la cáscara forma un recipiente que permite la existencia de un medio acuático en un ambiente aéreo.
- Establecer comparaciones entre un huevo y un submarino o batiscafo. ¿Se parecen? ¿Qué deben llevar cada uno dentro? ¿Alimento, aire, agua...?
- Observar gráficos o películas sobre la unión del óvulo y el espermatozoide humanos, destacando que se hace en medio húmedo.

- Buscar en la prensa noticias sobre los bebés-probeta. Profundizar en el tema, buscando la explicación de la técnica y advertir que también en este caso se precisa una solución acuosa.
- Observar fotos o películas de embriones humanos y ver cómo flotan en el líquido amniótico.
- Tratar en clase sobre el significado de la frase «romper aguas», aplicada a las mujeres que van a dar a luz.
- Buscar en la prensa noticias e información sobre las modernas técnicas de nacimiento bajo el agua.
- Buscar en el diccionario o libro de ciencias el significado de las palabras gameto, espermatozoide, óvulo, líquido amniótico, reproducción interna y externa.



13



4. El agua forma parte de los seres vivos y de los alimentos que ingerimos

Objetivo

Conocer que el agua forma parte de los seres vivos en un gran porcentaje. Descubrir que gran parte de los alimentos que consumimos también poseen agua.

Contenidos

El ser humano tiene un 70% de agua. La pérdida del 20% de ese agua origina la muerte. El esqueleto tiene hasta un 45% de agua. El agua es parte activa en todos los procesos bioquímicos del cuerpo. Las plantas también poseen agua y dependen de ella para poder captar las sales minerales del suelo. Esa misma agua la encontramos en gran parte en los alimentos que ingerimos.

14

Actividades

- En labor de consulta de textos escolares, encontrar y hacer un trabajo, mural o dibujo de los siguientes puntos:
 - Porcentaje de agua en el hombre.
 - Porcentaje de agua en diversos animales (la medusa, por ejemplo).
 - Formas de perder el agua los seres vivos y el hombre en particular, formas de reponerla y necesidades mínimas.
 - Adaptaciones de los animales del desierto para perder la menor cantidad posible de agua (poca orina, poco sudor...).
- Buscar en la bibliografía adecuada el ciclo del agua en el hombre. Plasmarlo en un gráfico indicando las cantidades medias de agua que circula en los fluidos del cuerpo, la que se pierde por sudor, orina y heces y en consecuencia la que se debe reponer por bebida o alimentos.
- Buscar en la prensa noticias sobre personas en huelga de hambre; advertir que pueden durar más de un mes y hacer notar que todos beben suero, zumo de frutas o agua. Nadie hace «huelgas de sed», pues morirían rápidamente.
- Hacer un corte en cualquier planta y observar cómo fluye agua.

- Tomar dos plantas iguales (dos coleos, dos geranios...) y regar una regularmente, dejando la otra sin regar. Observar lo que ocurre al cabo de cierto tiempo.
- Observar al microscopio células de pulpa de tomate. Hacer notar su turgencia y cómo al cabo de un rato comienzan a arrugarse por evaporación del agua que contienen. Se puede acelerar el proceso calentando ligeramente el porta a la llama del mechero.
- Intentar sorber un terrón de azúcar con una paja de refresco. Vista la imposibilidad, disolver el terrón en un poco de agua y sorber. Igual hacen las raíces de las plantas con las sales minerales del suelo. Además el agua hincha sus células y da firmeza a sus tallos.
- Observar cómo las plantas pierden el agua que les sobra, encerrando un tiesto regado en exceso con una bolsa de plástico (fig. 1). No encerrar el tiesto, pues podría aparecer agua de la que rezuma del mismo.

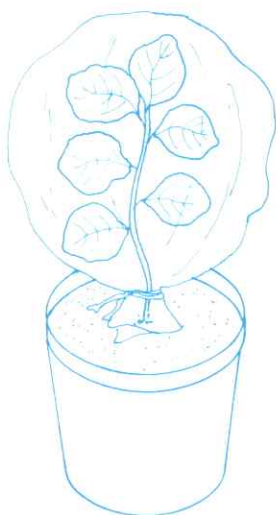


Figura 1

- Ver al microscopio células epiteliales de hojas de cala y observar los estomas por donde, entre otras funciones, las plantas pierden el agua sobrante.
- Hacer notar mediante fotos y dibujos que las plantas que viven en sitios tropicales tienen hojas muy anchas, teniendo en consecuencia muchos estomas. Comparar con un cactus o un pino y ver cómo se han reducido las hojas a espinas y acículas, evitando así la pérdida de agua.
- Buscar si hay puntos en común entre las adaptaciones de los animales y plantas del desierto a la escasa presencia del agua.
- Tomar cualquier alimento (un trozo de carne cruda, de zanahoria...) y calentar en un tubo de ensayo tapado. Aparecerá agua en las paredes del tubo.

- Para averiguar la cantidad de agua presente en el alimento, tomar un pocillo de porcelana o un tubo de ensayo y pesar junto al alimento a tratar. Calentar a la llama con el tubo de ensayo abierto procurando calentar las gotas de las paredes del tubo para evaporarlas. Volver a pesar. La pérdida de peso se deberá al agua evaporada.

Repetir la experiencia con otros alimentos y completar la tabla adjunta¹.

Alimento	Antes de calentar		Después de calentar	
	Peso del tubo vacío	Peso del tubo más el alimento	Peso del tubo más el alimento	Peso del agua

- Realizar una tabla con las cantidades de agua por cada 100 gramos. Por ejemplo, si en 25 g de carne ha habido una pérdida de 3 g de agua, se deduce que en 100 g habrá 12 g de agua. Estas cantidades de ejemplo, ¿son exageradas? ¿Habrá en la carne más o menos cantidad del 12% de agua puesto en el ejemplo?
- ¿Habrá agua en los huesos? Incluir en la experiencia un hueso fresco.
- El medir la cantidad de agua que hay en las uvas nos sirve además como modelo de las células, ya que algunos alumnos no entienden que el hombre tenga un 70% de agua, siendo, aparentemente, sólido. Si se ve que a pesar de la gran cantidad de agua de las uvas, se comportan como un sólido que puede manejarse y transportar fácilmente, se entenderá que las células de los seres vivos se comporten de forma semejante (recordar las células de pulpa de tomate).

16

¹ Tomada de «La química desde el agua». C. Palacios. M.^a J. Posada (Taller Arquímedes). En preparación.

5. ¿Existe agua en todas las sustancias?

Objetivo

Descubrir la existencia del agua en muchas sustancias inertes que nos rodean.

Contenidos

Existencia del agua en la atmósfera. Existencia del agua en el suelo. Existencia del agua en diversas sustancias (sulfato cúprico, yeso...).

Actividades

- Tomar un vaso de cristal y secar muy bien por fuera. Echar agua con cubos de hielo y esperar un rato. Aparece agua en la pared exterior. El frío ha condensado el agua de la atmósfera. Si algún alumno apunta que ese agua aparece a través del vaso, repetir la experiencia con agua con tinta o con otro líquido (colas, batidos...) y se verá que siempre aparece agua sola. Hacer notar que el rocío que aparece en el suelo en las madrugadas frías es debido al mismo fenómeno.

17

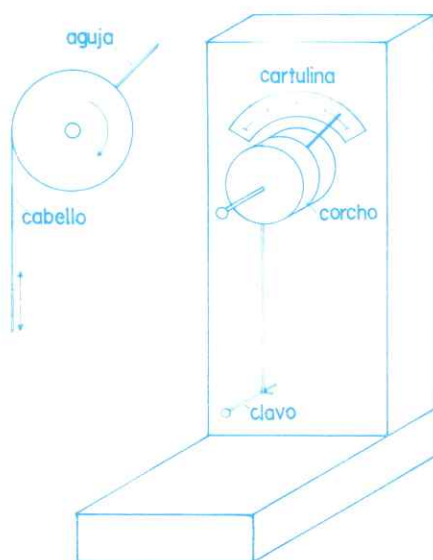


Figura 1

- Una vez detectada en la atmósfera la presencia de agua en forma de vapor, se puede intentar cuantificar esa cantidad construyendo un higrómetro de cabello. Para ello tomar cabellos rubios de unos 30 cm de longitud, dos tablas, un corcho, clavos, cartulina y una aguja, y disponerlos tal como indica la figura 1.

Primeramente desengrasar el cabello sumergiéndolo algunas horas en tetracloruro de carbono o en una solución diluida de sosa cáustica.

Agujerear el corcho de forma que el clavo quede con holgura y permita al corcho girar sin mucho rozamiento. El peso de la aguja colocada a un lado, deberá hacer que el corcho gire libremente hacia ese lado, lo que impedirá el cabello colocado hacia el otro lado, después de dar un par de vueltas al corcho y sujeto a otro clavo cerca de la base.

Si colocamos el aparato en un ambiente totalmente húmedo, como puede ser una caja grande llena de toallas empapadas en agua, el cabello se alargará y el peso de la aguja girará el corcho. Al sacarlo de la caja al cabo de unas horas, marcaremos el 100% en la escala de la cartulina. Si colocamos el aparato en ambiente seco, el cabello se contrae, haciendo girar al corcho y con él a la aguja. Para ello es preciso encerrar el aparato con absorbentes de humedad: cloruro de calcio, gel de sílice, sosa cáustica, potasa cáustica, etc., marcando al cabo de unas horas el 0%¹. También se puede calibrar llamando por teléfono a algún servicio local de Meteorología.

18

- Construcción de un psicrómetro (higrómetro de evaporación). Con tablas de madera, dos termómetros, una gasa y un frasquito con agua destilada, se monta un psicrómetro, tal como indica la figura 2. Uno de

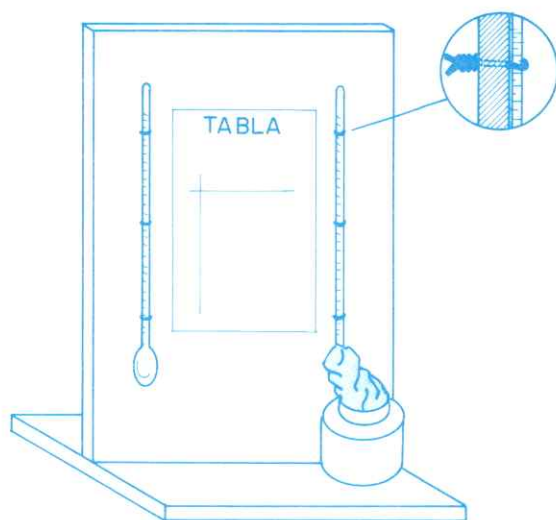


Figura 2

¹ Para más detalle, así como otros modelos de higrómetros de cabello, *Nuevo Manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias*. Edhasa. Barcelona, 1978 y *Para medir, aparatos y métodos*. E. Averbuj. Laia. Barcelona, 1981.

los dos termómetros, deberá tener el bulbo envuelto en una gasa que a su vez se introducirá en un frasco lleno de agua destilada. La diferencia de temperatura entre los dos termómetros nos da, con ayuda de la tabla adjunta², la humedad.

Los termómetros se aseguran agujereando la madera y pasando un alambre por ella.

Temperatura en el termómetro seco (°C)	Diferencia de temperatura entre el termómetro seco y el de bulbo húmedo (°C)								
	0	0,5	1	2	3	4	5	6	7
0	100	90	81	64	49	36	25	14	6
5	100	92	85	71	59	48	39	30	23
10	100	94	88	76	66	57	49	41	35
15	100	94	89	80	71	63	56	49	43
20	100	95	91	82	75	68	61	55	50
25	100	95	92	84	77	71	65	60	55

- Tomar un poco de tierra de jardín y colocar en un tubo de ensayo. Calentar ligeramente a la llama. Aparecerá agua en las paredes del tubo.
- Tomar una paletada de tierra de bosque o de jardín y verterla sobre una bandeja metálica pequeña o sobre un trozo de papel de aluminio cuyo peso hemos averiguado anteriormente. Pesar todo y la diferencia de las dos pesadas será el peso de la tierra. Retirar y calentar a la llama y al cabo de un rato volver a pesar la muestra. La nueva diferencia será el agua evaporada. Averiguar el porcentaje de agua en el suelo.

Naturalmente la cantidad de agua en el suelo varía mucho en función del tipo de suelo (humus, arenoso, arcilloso), del clima (seco o lluvioso), de la estación del año, de la frecuencia de riegos, si hay o no hay plantas, etc. Se pueden tomar muestras de cada una de las variaciones, incluso tomar una muestra por la mañana temprano y otra a mediodía, cerca de una planta o árbol y lejos de ella, etc.

- En un tubo de ensayo echar un poco de sulfato de cobre; taponar con un algodón o corcho y calentar al mechero. Aparecerán gotas de agua en el tubo y el sulfato de cobre perderá el azul intenso, quedando azul claro o blanquecino. Si dejamos que las gotas de agua escurran y vuelvan a caer al fondo, el sulfato volverá a ponerse azul intenso.

Repetir la experiencia, pero pesando cuidadosamente todos los componentes. Pesar el tubo de ensayo. Echar el sulfato de cobre y pesar nuevamente; la diferencia será el peso del sulfato. Poner a la llama y calentar, procurando que se evaporen las gotas que aparezcan en las paredes del tubo. Seguir calentando hasta que no aparezcan gotas. Dejar enfriar y volver a pesar todo el sistema; la diferencia será el agua perdida. Averiguar el porcentaje.

- ¿Tendrá agua el yeso de pizarra, la tiza? Averiguarlo. ¿Y la sal común? Buscar si hay agua en más sustancias (mármol, sulfato de calcio...).

² Tomada de *Para medir...* Otra tabla ligeramente diferente aparece en el *Nuevo Manual...*

6. El agua en la historia de la Humanidad

Objetivo

- Conocer el papel del agua en la historia de la Humanidad como...
- ...origen de asentamientos humanos, dando lugar a tierras de cultivo y núcleos urbanos;
- ...origen de oficios diversos;
- ...vía de comunicación y de intercambios culturales y económicos.
- ...origen de núcleos industriales y energéticos;
- ...fuente de inspiración de artistas.

Contenidos

20

Los ríos y las orillas de lagos y mares originaron los primitivos asentamientos humanos, tal como lo atestiguan los numerosos restos. La mayoría de las grandes ciudades del mundo tienen cerca un río o un lago o están a la orilla del mar. Los mares sirvieron de contacto entre pueblos distantes. Oficios pasados y presentes basados en el agua. Los núcleos industriales y energéticos actuales también dependen del agua. Creaciones artísticas y populares basadas en el agua.

Actividades

- Con ayuda de mapas y atlas hacer un estudio de las capitales y ciudades importantes que posean ríos. Igual con las costeras. Comparar con las que no tengan ríos, ni lagos, ni estén a la orilla del mar. Establecer la proporción aproximada entre los dos tipos de ciudades (puede ceñirse a España, a Europa o a todo el mundo).
- Hacer una lista de oficios relacionados con el agua. Dedicar un dibujo a cada uno de ellos y realizar una exposición. Distinguir entre los desaparecidos (aguadores, cargadores de nieve de Granada y Segovia...), los que se mantienen (marino, pescador...) y los relativamente nuevos (fontanero...).
- Hacer un listado de usos del agua. Colocarlo en un mural adornado con dibujos referidos a cada uso (por ejemplo: lavarse, lavar, regar, etc.).

- Investigar en los libros la historia de algunos pueblos ribereños del Mediterráneo (fenicios, cartagineses, romanos...) y averiguar si en cada momento sus actuaciones guerreras o comerciales tuvieron influencias en otros pueblos ribereños. Hacer hincapié en los pueblos de España e intentar evaluar si los perjuicios (guerras, cautivos...) fueron superiores o inferiores a los beneficios (comercio, leyes, construcciones).
- Lo mismo con los pueblos celtas y Galicia.
- Recordar y enumerar hechos decisivos de la Historia de España que tuvieran el mar como marco destacado.
- Realizar un ejercicio de redacción imaginando cómo podría ser un contacto de pueblos por medio del mar (fenicios comerciando, berberiscos atacando...).
- Investigar si los principales centros industriales y de producción energética (excluyendo los embalses) tienen un río cerca. Deducir la necesidad del agua para esos fines.
- Recopilar refranes referidos al agua.
- Buscar canciones infantiles que tengan relación con el agua.
- Escuchar música sinfónica y popular que tenga como motivo el agua (Música acuática, de Händel; El mar, de Debussy; Mediterráneo, de Serrat...).
- Realizar un panel o mural con reproducciones de cuadros famosos de la Pintura Universal que tengan como tema el agua.
- Recopilar poesías referidas al agua.
- Escribir poesías o relatos cortos que tengan como tema el agua.
- Hacer un listado de grandes obras de la Literatura que tengan como fondo el mar (El viejo y el mar, Moby Dick...). Lectura de párrafos escogidos. Realizar dibujos que sirvan de ilustración a dichos párrafos.
- Si la madurez de la clase lo permite, hacer una incursión en la ciencia-ficción y leer párrafos seleccionados de obras que traten de los problemas del agua en el futuro, bien como tema general de la obra (Sequía, de Ballard) bien como detalles accesorios de la misma (las duchas, previo pago, de agua salada y dulce de Mercaderes del Espacio, de Pohl y Kornblut). Es muy importante destacar que si en la ciencia-ficción hay escritores muy imaginativos, otros muchos trabajan extrapolarando datos y problemas actuales. Si el problema del agua potable abunda en estas obras, puede ser un indicio de que las expectativas actuales no son nada halagüeñas, no sólo para un futuro remoto, sino incluso para un futuro no muy lejano. Hacer tomar conciencia de este problema es tarea fundamental en quien tenga posibilidades (grandes o pequeñas) de difusión: UNESCO, Gobiernos, medios de comunicación, profesores...

7. El agua está distribuida de forma irregular

Objetivos

Descubrir que la irregular distribución del agua en el mundo crea desequilibrios de todo tipo, obligando a grandes obras de ingeniería y a cumplir estrictas normas para su distribución.

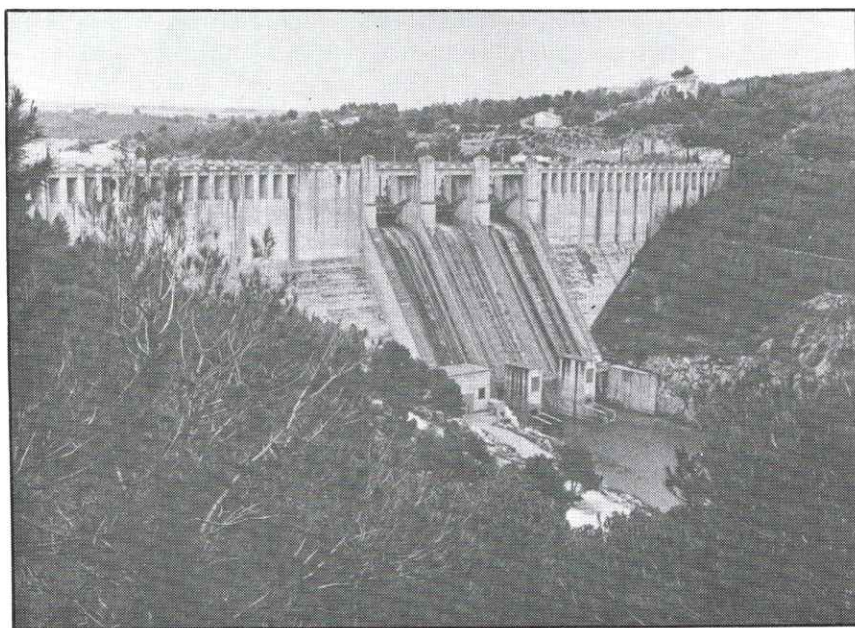
Contenidos

Las zonas tropicales y los grandes desiertos. Las épocas de sequía. España: zonas con exceso de agua (Galicia, Cantabria...) y zonas con carencias (Extremadura, Andalucía...). Posibilidades de trasvases y de grandes presas. Regulación de los riegos: el Tribunal de las Aguas. La Carta Europea del Agua.

22

Actividades

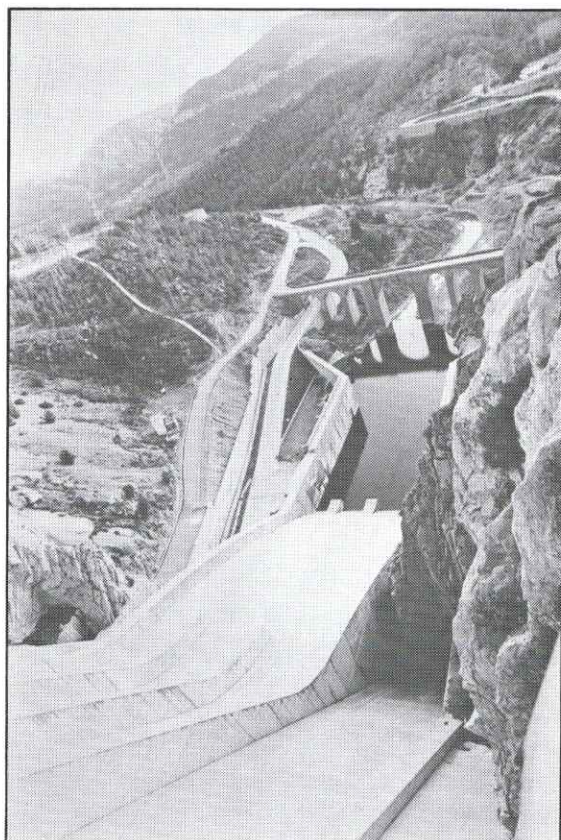
- En un Atlas y sobre un mapa-mundi, buscar y marcar las zonas tropicales y los desiertos. Buscar otro mapa que marque las precipitaciones y superponer con el anterior. Ver que hay zonas que apenas reciben agua, los desiertos, y que en otras, las lluvias torrenciales originan inundaciones.
- Colocar un gran mural en una pared de la clase con un gran mapa-mundi dibujado. Recoger de la prensa noticias referentes a inundaciones y sequías, pegar a los lados del mapa y unir con una recta dibujada o de hilo de lana la noticia con el país a que se refiere. Todavía será fácil encontrar en periódicos atrasados noticias sobre la sequía padecida en África o sobre inundaciones recientes en España. También puede ceñirse únicamente a noticias de actualidad, colocándolas en el mural según se van produciendo.
- Sobre un mapa de España que marque las cantidades medias de agua de lluvia caída, superponer las diferentes comunidades. Observar cuáles están en zona húmeda y cuáles en zona seca. Realizar un mural como el anterior pero sólo referido a España.



- Descubrir y dibujar sobre un mapa de la comunidad respectiva los principales ríos y embalses¹. Se puede hacer individualmente en pequeño tamaño o a gran escala en mural.
- Dibujar sobre un mapa el trasvase Tajo-Segura. Averiguar datos y reunir noticias sobre él. Hacer lo mismo con cualquier otro trasvase de carácter local o comarcal en uso o en construcción.
- Estudiar la posibilidad de hacer otros trasvases. ¿En qué ríos se podría hacer? ¿Qué obstáculos naturales lo impiden?
- Tratar el tema de los trasvases como un tema de solidaridad entre los pueblos, pero advirtiéndolo que no siempre es así. Como muestra, recoger noticias en la prensa sobre los roces causados entre pueblos afectados por los trasvases. (Como ejemplo, recordar las noticias surgidas entre los afectados por el Tajo-Segura o entre los afectados por el trasvase de aguas entre Oliva (Valencia), Pego (Alicante) y Denia (Alicante) aparecidas en agosto de 1984.
- Escribir un cuento o escenificar una historia sobre dos pueblos próximos y que mantengan un litigio a causa del agua (un sólo pozo, un río que sólo riega los campos de un pueblo...). Describir los conflictos y llegar a una solución que satisfaga a todos.
- Leer y comentar artículos sobre búsqueda de corrientes de agua dulce en el mar, como muestra de la búsqueda de soluciones a los problemas de la sequía. Promover entre los alumnos un concurso de ideas, sin desechar incluso las más disparatadas, para solucionar la sequía de ciertas zonas.

¹ Puede verse un buen ejemplo en el libro colectivo *Madrid para la escuela*. Papeles de Acción Educativa, n.º 2. Madrid, 1983, en el capítulo *Abastecimiento de agua a Madrid*, F. Revilla y J. M. Roiz, págs. 145 y ss.

- Buscar en el diccionario y aprender el significado de palabras tales como pluviosidad, pluviometría, pluviómetro, cuenca hidrológica, capa freática, etc.
- Usando el pluviómetro anteriormente construido, anotar en gráficas la cantidad de agua caída en la localidad en un tiempo dado. Comparar con la media nacional.
- Buscar datos y elaborar un informe sobre el Tribunal de las Aguas (misión, componentes, lugar de reunión...).
- Buscar en la literatura párrafos que traten del Tribunal de las Aguas (Blasco Ibáñez).
- Leer en clase la Carta Europea del Agua redactada en Estrasburgo en 1968. Dividir la clase en grupos y que cada uno escriba en un mural uno de los doce puntos para su difusión en el Colegio. Realizar además un dibujo alusivo a cada uno de los doce puntos.



8. El agua y la energía

Objetivo

Conocer el importante papel que desempeña el agua en la obtención de energía.

Contenidos

Gran parte de la energía que consumimos, utiliza el agua en su proceso de obtención. Energía del vapor de agua: máquinas, locomotoras, barcos. Centrales térmicas y nucleares. Energía potencial del agua: centrales hidroeléctricas. Nuevas formas de obtención de energía: las mareas, el Sol, la energía geotérmica.

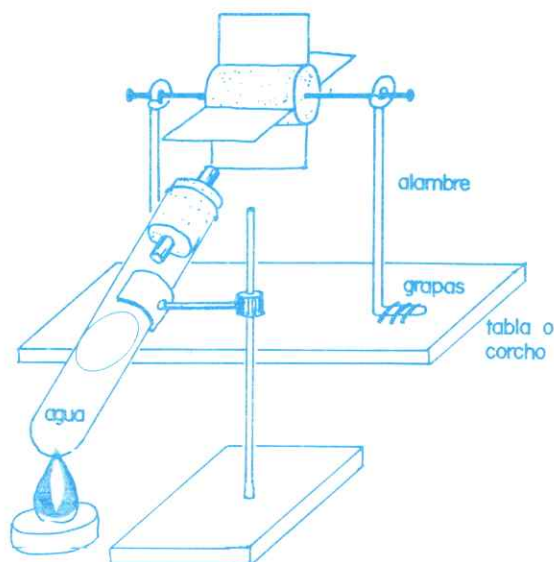
Actividades

25

- Fabricar una máquina de vapor. Existen muchos modelos sencillos¹. Aquí presentamos una muy elemental² que se construye con corcho, palillos, alambre, alfileres, papel de aluminio y una tabla (fig. 1). Un tubo de ensayo con agua puesto al fuego crea el vapor.
- Buscar en enciclopedias las biografías de Herón de Alejandría, de Tesibio, de Watt, de Stephenson... Buscar descripciones de sus trabajos y descubrimientos (eolipila, reloj de agua, máquina de vapor, locomotoras...).
- Observar esquemas de máquinas de vapor. Estudiar la función de cada una de sus piezas. Construir en cartón o madera fina modelos de bielas, cilindros y émbolos y simular los movimientos.
- Tomar una dinamo de bicicleta y hacerla girar para obtener electricidad. Hacer notar que si la dinamo tuviera paletas y la colocásemos ante un fuerte chorro de vapor, fabricaríamos electricidad.

¹ Ver diversos modelos en *Manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias*. Ed. Sudamericana. Buenos Aires, 1970. Para profundizar en el tema de la energía en general y en particular de la energía obtenida con el agua en todas sus formas, se recomienda el ya citado *Teoría y práctica de las energías...* Contiene prácticas para la escuela y bibliografía.

² Tomada de *El calor*. Palacios y otros (Taller Arquímedes). En preparación.



26

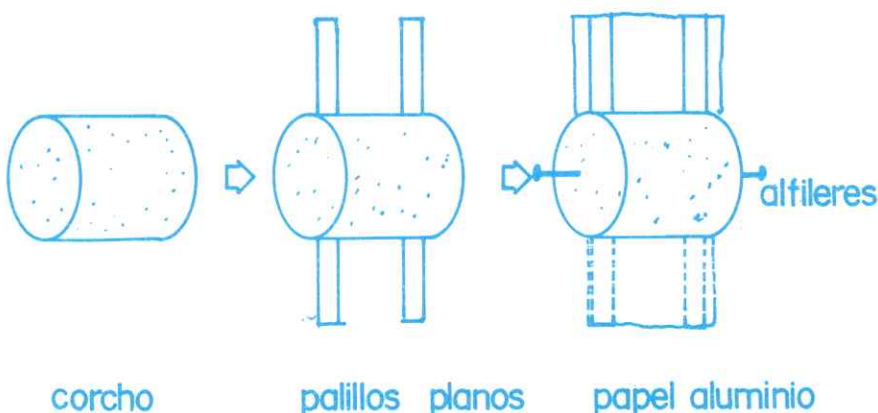
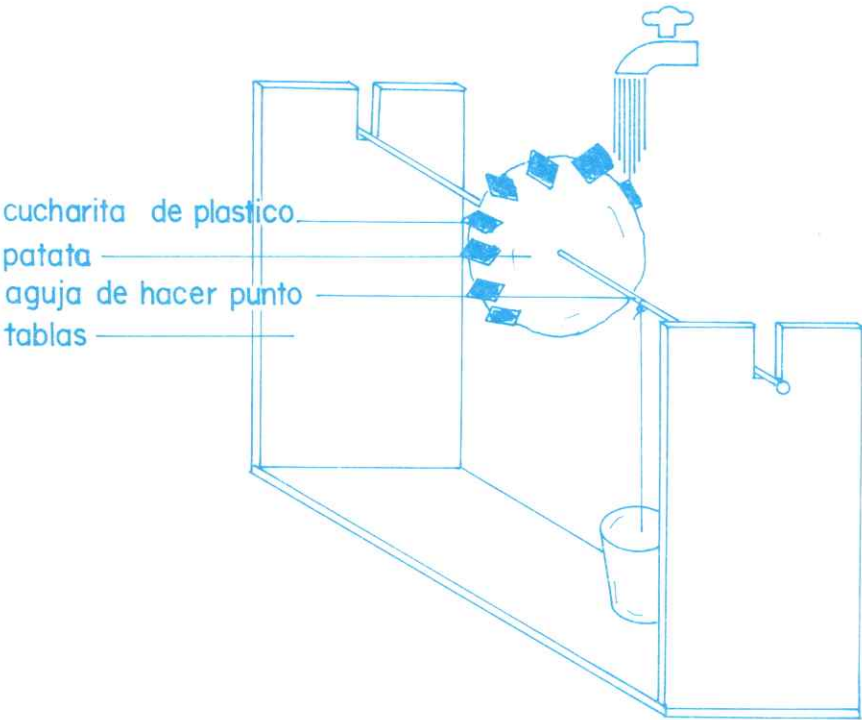


Figura 1

- Buscar esquemas de centrales termoeléctricas y nucleares³. Observar que aunque se parta de carbón, fuel o uranio, todas funcionan gracias al vapor de agua que mueve las turbinas.
- Fabricar otra turbina elemental movida por la energía potencial del agua. Se necesita una patata, aguja de hacer punto, cucharillas de plástico y tablas (fig. 2). Si colocamos una cuerda con un vaso de yogur, se reforzará el efecto.
- Investigar si la altura a que cae el agua influye en la velocidad de giro.
- Estudiar esquemas de centrales hidroeléctricas. Visitar una si es posible.

³ Sobre las últimas, el Forum Atómico Español facilita de forma gratuita el folleto *La energía nuclear*. Contiene gráficos e información del consumo de agua de las centrales nucleares.

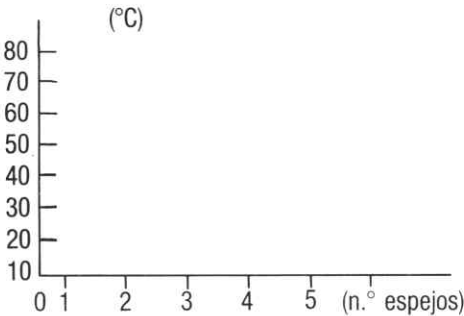
- Construir un canal en pendiente (tejas, escayola) que tenga al final una turbina semejante a la de la figura 2 o una noria construida por los alumnos. Soltar agua y que el giro cree otro movimiento (atraer un vehículo, subir una bandera...).
- Buscar el esquema de una central mareomotriz. Localizar en el mapa las pocas instalaciones de este tipo que hay actualmente: La Rance (Francia), Kislaya (URSS) y Canadá. (*Fuente: Teoría y práctica de las energías renovables.*)
- Colocar un alumno a la sombra y enfocarle luz solar con un espejo. Notará que además de la luz le llega calor. ¿Notará más calor si le llega de dos, tres o más espejos? Intentar cuantificar la experiencia. Colocar un termómetro a la sombra y anotar su temperatura. Hacer incidir luz



27

Figura 2

Número de espejos	Temperatura (°C)
0	
1	
2	
3	
4	



con el espejo durante un tiempo y observar si marca más temperatura. Usar dos, tres, cuatro espejos, a ser posible iguales. Invertir en cada experiencia el mismo tiempo. Completar la tabla y realizar la gráfica. ¿Son proporcionales las magnitudes? Extrapolar. ¿Cuántos espejos serían necesarios para alcanzar 100°C?

- Utilizar ahora las variables tiempo y temperatura dejando constante el espejo. Repetir la experiencia anotando la temperatura del termómetro cada minuto. Se deberá tener en cuenta el movimiento aparente del Sol para que siempre esté el espejo iluminando el mismo lugar. Hacer igualmente tabla y gráfica tiempo-temperatura.
- Repetir la experiencia anterior pero incorporando una lupa que concentre los rayos del espejo en el bulbo del termómetro. ¿Hay más aumento de temperatura?
- Realizadas las actividades anteriores se puede plantear a los alumnos que indiquen las características óptimas para conseguir los 100°C y que poniendo una caldera de agua en vez del termómetro, ésta hierva. De aquí pasar a estudiar el esquema o la fotografía de una central de energía solar y observar que muchos espejos, todas las horas de sol posibles y la curvatura que concentra el sol en un punto, hace que el agua pase a vapor y mueva una turbina eléctrica.
- Tomar una plancha metálica al rojo o la placa de una cocina eléctrica. Echar unas gotas de agua y observar cómo instantáneamente se transforma en vapor. Indicar que es el modelo de una central geotérmica. Una vez localizada una bolsa de calor bajo tierra, se inyecta con un tubo agua fría en dicho punto; el agua se transforma en vapor, sube por otro tubo y mueve las turbinas generadoras de electricidad. Localizar en un mapa las centrales geotérmicas que se conozcan, así como los lugares de España que están en estudio como posibles asentamientos de centrales geotérmicas. (Más información en el ya citado Teoría y práctica...). Si la temperatura de la bolsa no permite conseguir vapor, el agua caliente se utiliza para calefacción o agua para el hogar y la industria.

9. El agua se contamina. La depuración

Objetivo

Llegar a la conclusión de que después de ciertos usos, el agua queda contaminada, perdiendo gran parte de sus posibles usos futuros y debe ser depurada.

Contenidos

El agua en la industria: como refrigerante, disolvente, catalizadora, limpiadora... Su vertido al cauce puede causar problemas ecológicos. Filtros. El agua en las ciudades: detergentes, aguas fecales. Plantas depuradoras. El agua en la agricultura: abonos y pesticidas.

Actividades

- Buscar en libros y enciclopedias la cantidad de agua necesaria en la industria para fabricar ciertos objetos de uso cotidiano (por ejemplo, pág. 46 del libro «El agua, cultura y vida»). Destacar que en algunos de esos productos el agua no es gastada o usada realmente, sino que es un cálculo del agua gastada en producir energía, necesaria a su vez para fabricar el producto.
- Investigar qué productos gastan realmente el agua (ácido sulfúrico, papeleras) y cuáles usan la energía producida por el agua o por otros métodos.
- Buscar en la prensa o en publicaciones la producción anual de alguno de esos productos y calcular el gasto de agua. Por ejemplo, España produjo en el año 1973, 2.320.000 toneladas de ácido sulfúrico y 1 kg de producto químico gasta de 200 a 300 litros de agua.
- Investigar el papel del agua en cada industria; discutir en clase si la función que realiza es fundamental o accesorio, si puede ser sustituida por otro producto y sobre todo en qué situación queda después de su uso.
- Naturalmente si en la localidad hay fábricas e industrias centrar la investigación en ellas, ya que será más fácil la obtención de datos e incluso la visita.
- Hacer una lista de ríos y costas contaminadas por la industria. Anotar al lado las consecuencias ecológicas de esa contaminación.

- Si se vive en una gran ciudad observar el río o la zona de mar donde van a parar las aguas residuales. Observar que a menudo llevan detergentes.
- Buscar en libros y enciclopedias la cantidad de agua necesaria en la agricultura para producir alimentos. Por ejemplo, una tonelada de maíz absorbe cerca de 1.000 toneladas de agua, una tonelada de trigo 5.000 toneladas de agua y una tonelada de arroz, 4.000 toneladas de agua¹.
- Con los datos obtenidos anteriormente realizar los cálculos necesarios para averiguar cuántos m³ de agua se necesitan por kg de producto.
- Si se vive en medio agrícola, buscar la fórmula de abonos, pesticidas y herbicidas usados en la zona y averiguar si todos estos productos pueden volver a los ríos o a los pozos.
- Preparar dos tiestos con dos plantas iguales (geranio, cóleo...). Regar una con agua sola y la otra con una preparación de agua más detergente. Observar lo que ocurre al cabo de unos días.
- Si se vive junto a un río, tomar agua del mismo antes y después de pasar por la localidad. Si se vive junto al mar, tomar agua de un punto cercano a la salida de aguas residuales y de un punto lejano. Comparar las dos muestras mediante unas sencillas experiencias².

30

- a) La prueba de la espuma, para averiguar la presencia de detergentes. Tomar una muestra del agua y agitar en sentido horizontal dándole diez vueltas al agua dentro del frasco, dejar en una superficie horizontal y contar el número de segundos que tardan en desaparecer las burbujas que se forman en el centro. Repetir con la otra muestra. ¿En cuál aparecen más burbujas?
- b) La presencia de partículas en el agua influye en la transparencia. Tomar las dos muestras de agua y colocarlas en dos frascos transparentes frente a una pared o cartulina blanca. ¿Cuál es más clara?
- c) Partículas sólidas dentro del agua. Tomar una de las muestras de agua y verter lentamente en otro frasco que tenga un embudo de papel de filtro. Al acabar, observar con lupa y con microscopio el papel. Repetir con la otra muestra en un nuevo papel de filtro. Comparar ambos papeles. ¿Qué muestra tiene más partículas sólidas?

¹ Tomado de *El Agua*. Unidades temáticas ambientales. Dirección General del Medio Ambiente. MOPU, 1982. Contiene datos y esquemas de interés para ampliar gran parte de los temas tratados en la guía, pero las cifras de población y consumo se refieren al año 1975. No obstante, el Centro de Estudios Hidrográficos ha elaborado un informe como complemento a esta guía, «*El agua en España*», donde se actualizan y ponen al día dichos datos.

² Tomadas de «*Actividades para explorar la contaminación*». A. Sevilla Vega. Edit. Adara. La Coruña, 1975.

- Fabricar un filtro. Tomar una botella de plástico de agua mineral, tapar con un corcho horadado con un tubo de vidrio. Cortar el fondo de la botella e invertir. Poner en el fondo algodón y encima una capa de grava previamente lavada. Hacer lo mismo con arena gruesa y arena fina. Pulverizar un poco de carbón vegetal, humedecer para hacer una pasta y colocar encima de la arena (fig. 1). Echar por encima agua con barro y recoger en un vaso el agua filtrada. Investigar si alterando el orden de colocación de las capas o duplicando alguna, se mejora el rendimiento.



Figura 1

- Averiguar de dónde se toma el agua que consume la localidad y cuál es el sistema de depuración.
- Visitar, si es posible, la depuradora de la localidad y hacer un resumen del proceso.
- Realizar un mural con el esquema de dicho proceso.
- Coleccionar noticias de contaminación de ríos o de mortandad de peces, que suelen aparecer en la prensa.

10. Otras causas de contaminación del agua

Objetivos

Conocer que existen otras causas de contaminación del agua relativamente recientes y concienciar del peligro que supone para el medio ambiente.

Contenidos

Los vertidos radiactivos. Las mareas negras. Las lluvias ácidas.

Actividades

- Buscar en la prensa o en publicaciones especializadas, opiniones que defiendan la inocuidad de los vertidos radiactivos al mar (gobiernos europeos, centrales nucleares...) y opiniones que mantengan que existe peligro en dichos vertidos (ecologistas, Greenpeace...). Establecer coloquio entre grupos de la clase que adopten las dos posturas, pero teniendo en cuenta como punto de partida que todos los países que vierten dichos residuos, lo hacen fuera de sus aguas y lejos de sus costas.
- Recoger noticias que comenten accidentes de petroleros y sus consecuencias, las mareas negras (Torrey Canyon, Urquiola, Amoco-Cádiz...). Coleccionar fotografías de animales marinos empapados en petróleo y realizar un mural con todo.
- Además de matar aves, que no pueden volar por el petróleo pegado en sus alas, y manchar las costas, el petróleo causa otros problemas, como dificultar la oxigenación del agua, consume oxígeno al degradarse, impide la fotosíntesis, mata peces, etc. Explicar detenidamente cada uno de ellos.
- Comentar el artículo «El primer milímetro de la superficie de los océanos, decisivo para su conservación», publicado en EL PAÍS el 25 de agosto de 1984 y en consecuencia la incidencia del petróleo en ese milímetro.
- Descubrir partículas invisibles en el agua de lluvia¹. Preparar un recipiente con un cuéurcho o embudo de papel de filtro y colocar varias horas bajo la lluvia. Retirar el filtro y observar al microscopio.

¹ Tomada de *Actividades para explorar la contaminación...*

- Si en las partículas que hay en el aire existen gases sulfurosos, cuando se ponen en contacto con la humedad del aire o con la lluvia, se forma ácido sulfúrico, dando lugar a lo que se conoce como lluvias ácidas. Coleccionar noticias y fotos² y formar un mural con ellas³.
- Tomar ácido sulfúrico muy diluido (manejar con precaución) y echar dos o tres gotas sobre una hoja de una planta. Observar lo que ocurre.



² Enormemente explicativas son las fotografías publicadas en la revista *Natura*, n.º 12, marzo 1984, págs. 28 y 29.

³ Para más información consultar el artículo «Las lluvias ácidas: la maldición del cielo». S. Burdalo y C. Delgado. Revista del MOPU, n.º 309. Abril 1984.

11. Propiedades del agua

Objetivo

Averiguar experimentalmente alguna de las propiedades físicas y químicas del agua (composición, dilatación, tensión superficial, cambios de estado, densidad, etc...).

Contenidos

El agua se compone de hidrógeno y oxígeno. Dilata con el calor y contrae con el frío, pero al llegar a 0°C y hasta -4°C , vuelve a dilatar, lo que permite al hielo flotar en el agua. Consecuencias de esta propiedad para la vida en el agua. El agua cambia de estado y aunque hay 100°C aproximadamente de diferencia entre el punto de solidificación y el de vaporización, podemos ver como los tres estados coinciden a nuestro alrededor. La tensión superficial. La densidad.

34

Actividades

- Descubrir que el agua se compone de oxígeno e hidrógeno, realizando la electrolisis del agua acidulada. Para ello disponer de una pila, cables, cubeta grande, dos tubos de ensayo, un poco de ácido sulfúrico y disponer todo como indica la figura 1.

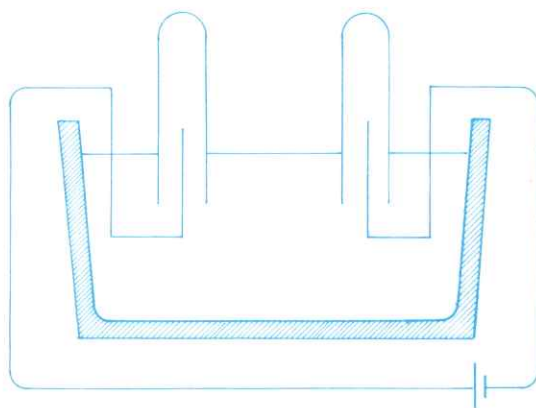


Figura 1

En el polo positivo aparecerá oxígeno y en el negativo, hidrógeno. Se podrán reconocer cada uno porque el hidrógeno explota con un «pif» al acercarle una cerilla y el oxígeno reaviva la llama de una astilla con una punta de brasa.

A veces, la práctica no se realiza a causa de que el ácido no está presente en el interior de los tubos de ensayo. Se corrige tomando el agua para los tubos de la cubeta ya acidulada; aunque no es preciso, para tranquilidad, usar guantes de goma. Por último, y muy importante, no cambiar la polaridad de los cables en toda la experiencia, ya que se podrían producir explosiones.

- Montar el dispositivo de la figura 2, usando agua teñida con cualquier colorante. Calentar y observar cómo el agua se dilata subiendo por el tubo. Retirar del fuego y dejar que se enfríe lentamente. Observar cómo se retrae el agua. Después de un rato, para que el matraz no se rompa, colocar entre hielo y se advertirá cómo aumenta la contracción.

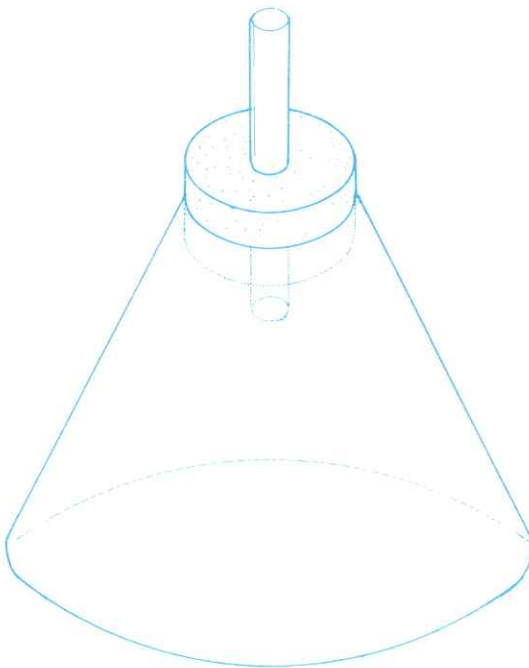


Figura 2

- Construir un termómetro de agua (fig. 3). Habrá que ayudarse de un termómetro ya graduado para graduar a su vez el tubo que pongamos. Naturalmente sólo podrán observarse pequeñas variaciones en altura. Para graduarlo, si en un día caluroso el termómetro marca, por ejemplo, 38°C, marcaremos esa cifra en la cartulina a la altura del agua del tubo. Si en una noche el termómetro marca 20°C, haremos esa marca en nuestro tubo y dividiremos proporcionalmente a los cm de diferencia entre las dos marcas. Si el tubo es muy fino, las variaciones de altura serán mayores.

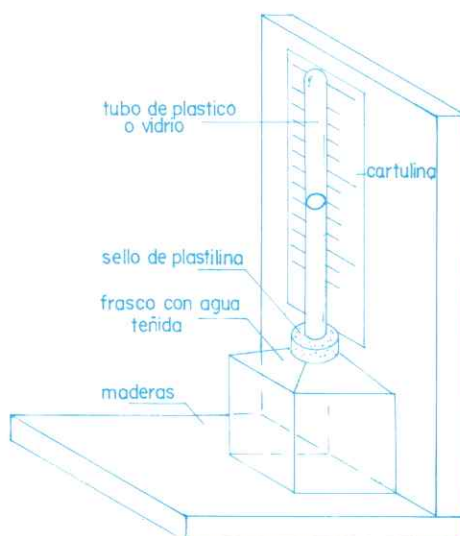


Figura 3

- Observar la tensión superficial. Las moléculas del agua tienen una gran fuerza de cohesión entre sí; esto hace que las moléculas superficiales sean atraídas fuertemente por las del interior, resultando que la superficie se comporta como una membrana elástica, impidiendo que ciertos objetos penetren en el agua y se mojen y en consecuencia «floten», como algunos insectos que andan por el agua e incluso agujas de acero. Ciertas sustancias, como los detergentes, pueden eliminar esa tensión. Veamos algunas experiencias.

36

- Colocar en un recipiente grande (barreño o lavabo) con agua en reposo, tres palillos tal como indica la figura 4, tocándose pero no montados unos sobre otros. Introducir en el medio de los tres otro palillo mojado en detergente. El agua del interior del triángulo pierde

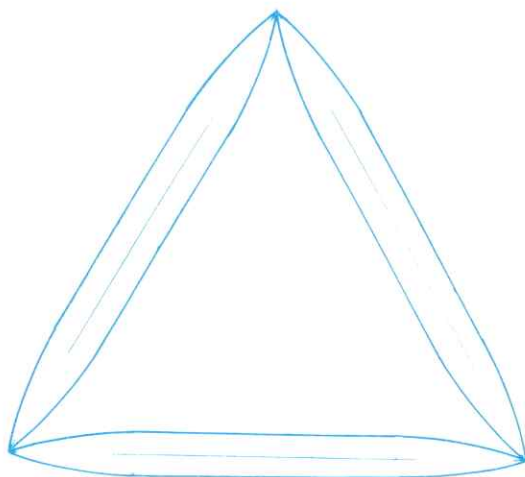


Figura 4

su cohesión, pero la de fuera la mantiene, por lo que los tres palillos son atraídos hacia afuera, dando la sensación que es el cuarto palillo quien los repele.

- Colocar con mucho cuidado una aguja de acero en un vaso de agua. Si se hace con precaución no es preciso colocarla sobre un trozo de papel, sino que se puede colocar directamente sobre el agua. Introducir a su lado un palillo mojado en detergente. Observar lo que ocurre.
- Tomar una cerilla de las de papel encerado, abrirla una especie de cola (fig. 5) y ponerla en agua. Colocar una gota de detergente junto a la cola. Explicar lo que ocurre.

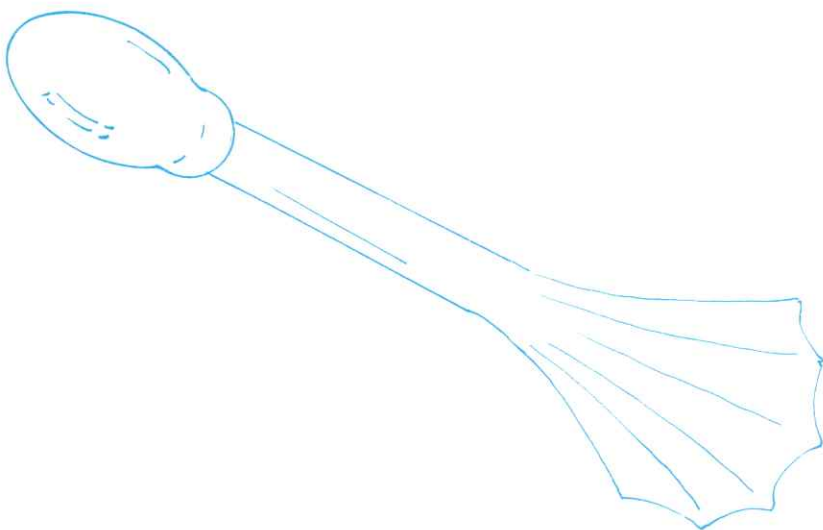


Figura 5

37

- Aunque parezca paradójico, esta fuerza de cohesión entre las moléculas del agua, permite que ésta suba por los capilares.

Tomar tubos de vidrio o plástico de diferentes diámetros e introducirlos en agua. ¿En cuál de ellos sube más, en el más grueso o en el más fino? Tomar un terrón de azúcar y mantenerle con la parte baja dentro del agua. ¿Qué ocurre? ¿Contradice la ley de la gravedad? Se puede poner un trozo de toalla, una bayeta... En todos los casos el agua sube. Este fenómeno permite que el agua suba por los tallos de las plantas, aunque ayudada por el vacío creado en las hojas al evaporarse el agua en los estomas, ya que en ningún tubo de la experiencia subió el agua hasta arriba del todo.

- Realizar cambios de estado con el agua. Controlar con un termómetro y advertir que no siempre hierve a 100°C. Buscar explicaciones.
- Poner cubos de hielo en dos recipientes iguales (dos tazas, por ejemplo). En uno echar sal. Observar en qué recipiente se derriten antes. Recordar que en días de nevadas se suele echar paletadas de sal sobre las calles. ¿Acaso la sal proporciona calor?

- Después de la discusión anterior, disponer en un recipiente capas de hielo picado y capas de sal alternadas (fig. 6). Introducir tubos de ensayo llenos de agua y observar cómo se convierten en hielo rápidamente. Si ponemos un termómetro marcará -10°C fácilmente. ¿Se contradicen las dos experiencias?

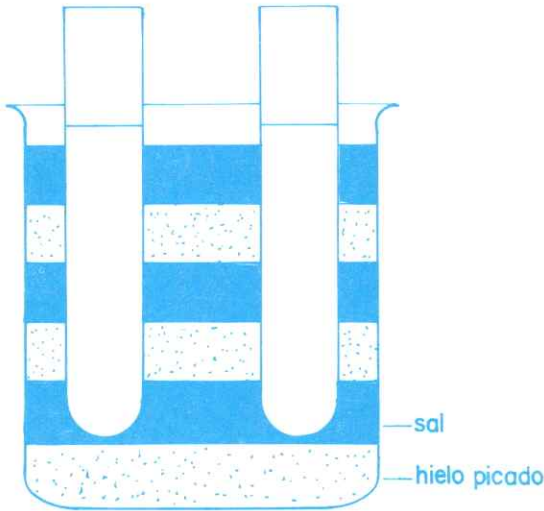


Figura 6

38

- Averiguar la densidad del agua. Tomar una jeringuilla y pesar cuidadosamente. Tomar con la jeringuilla 10 cm^3 de agua destilada y volver a pesar. La diferencia entre las dos pesadas será la masa del agua. Se puede repetir con agua del grifo, mineral, del mar... Rellenar el siguiente cuadro¹:

	Volumen (cm^3)	Masa (g)	Si el volumen fuese 1 cm^3 ...	... la masa sería... (g)
Agua destilada	10		1	
Agua del grifo	10		1	
Agua de mar	10		1	
Agua mineral	10		1	
...				

¹ Tomado de «El agua», Colino. Guereñu, Yang (Taller Arquímedes). Proyecto financiado por la Comunidad Autónoma de Madrid. Sin publicar aún. Igualmente otras actividades del presente capítulo. Junto con «La química desde el agua» anteriormente citado, realizan un estudio de las propiedades físicas y químicas del agua de forma más amplia.

Al número de la última columna le llamamos *densidad* y nos indica la masa de 1 cm^3 del agua elegida. Se expresa en g/cm^3 y se lee «gramos por cada centímetro cúbico». La densidad se averigua dividiendo la masa total por el volumen, según la fórmula

$$D = \frac{M}{V}.$$

- Realizar un listado de los diferentes tipos de «aguas» que los alumnos o sus familiares conozcan (agua de rosas, de azahar, agua oxigenada, agua fuerte, agua regia...), evitando los nombres comerciales. Buscar en la bibliografía adecuada de qué se compone cada una y qué usos tienen. ¿Son todas realmente aguas?
- Colgar un cuerpo de un dinamómetro, ver lo que pesa y anotar. Llenar un vaso de agua hasta los bordes e introducir en él el cuerpo colgado del dinamómetro; no importa el agua que desplaza. Anotar lo que marca el dinamómetro. Será menos y a esa diferencia la llamamos *empuje*, que es la fuerza con que empuja el agua y hace que el objeto pese menos (fig. 7).

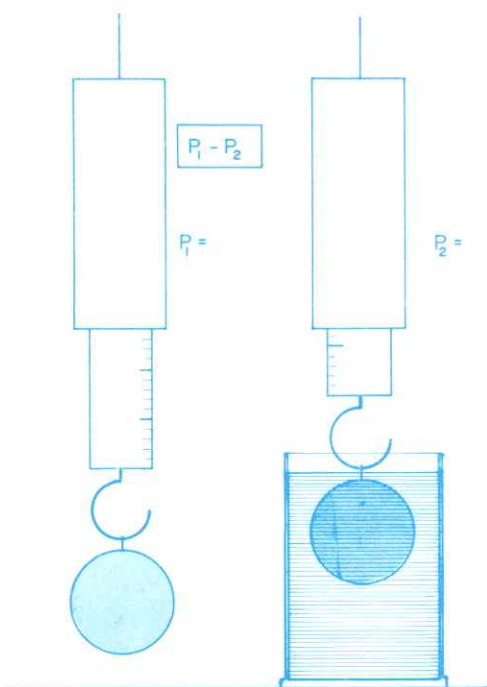
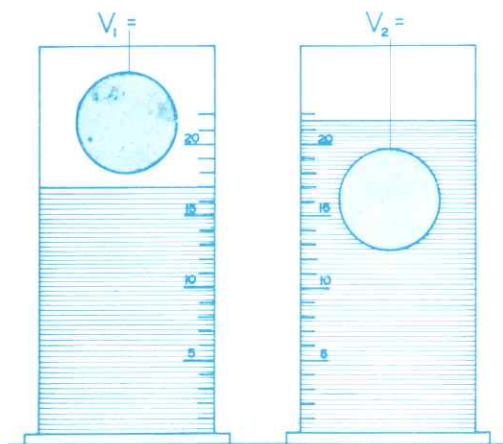


Figura 7

Volver a tomar el cuerpo y el dinamómetro y preparar una probeta con agua hasta una marca fija. Introducir el objeto y anotar lo que marca ahora la probeta (fig. 8). La diferencia que marca es el volumen de agua desalojada por el objeto y en consecuencia, el volumen del cuerpo.

Repetir la experiencia con dos o tres objetos más y llenar la siguiente tabla.

	Empuje o disminución de peso (g)	Volumen desalojado (cm ³)
Cuerpo 1		
Cuerpo 2		
Cuerpo 3		
Cuerpo 4		



$V_2 - V_1$

Figura 8

- A la vista de los datos, ¿se puede deducir algo? ¿Hay alguna ley o principio que recoja esto? ¿Quién lo enunció? Una vez descubierto que fue Arquímedes, buscar en alguna enciclopedia su biografía y destacar aquellos inventos o sucesos de su vida que tengan relación con el agua.
- Buscar biografías de otros personajes que hayan tenido relación con el agua desde un punto de vista científico (Cavendish, Gay-Lussac, Helmont, Dalton, Lavoisier, Nerst...)².
 - Reunir etiquetas de botellas de agua mineral y comparar los datos que en ellas se encuentran. Observar las diferencias de densidad, de composición química de las sustancias disueltas, la cantidad de los mismos, la diferencia de temperatura de surgencia, etc. Esta diferencia de agua, ¿se deberá a diferencias de suelos? Situar los manantiales sobre un mapa y sacar consecuencias. Manantiales próximos, ¿tienen o no tienen aguas semejantes?

² Para biografías de científicos, se recomienda la *Enciclopedia biográfica de ciencia y tecnología*. I. Asimov. Alianza Editorial. Madrid, 1982.

12. El consumo de agua en nuestras viviendas

Objetivo

Reforzar las campañas de ahorro del agua, no sólo en épocas de sequía, sino de forma habitual y permanente, así como llegar a conocer la proporción del gasto de agua en las viviendas frente al consumo de la industria, la agricultura, el recreo y la ecología.

Contenidos

El consumo de agua de una localidad. El consumo de una vivienda. Cálculo del consumo de agua de la vivienda de cada uno. Las medidas de ahorro. Las campañas en época de sequía. Cálculo del ahorro que se conseguiría de seguir todas las normas. Comparación del consumo para usos domésticos con el consumo en agricultura e industria. Necesidad de las medidas de ahorro en agricultura e industria.

41

Actividades

- Averiguar la procedencia y el destino final de las aguas de abastecimiento de la ciudad.
- Informarse por la prensa, organismos oficiales o compañías de abastecimiento de agua, de la cantidad media de agua que gasta la localidad en que se vive.
- Ante un metro cúbico de la dotación del Colegio o realizado en alambre, calcular o recordar que equivale a 1.000 litros de agua e intentar visualizar con cuerdas el espacio que ocuparía la cantidad de agua consumida por la localidad en un minuto, una hora o un día, dependiendo de las cantidades (fig. 1).

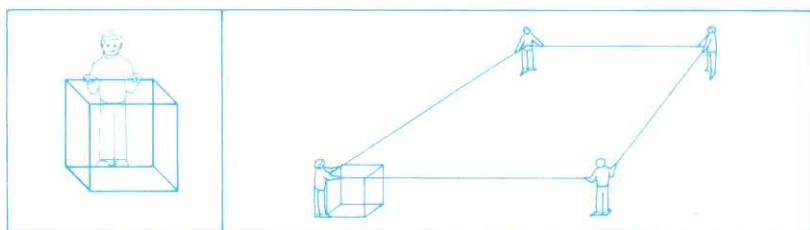


Figura 1

La longitud de los lados de la figura será calculada por los alumnos. Por ejemplo, Madrid gasta $14 \text{ m}^3/\text{s}^1$, es decir, que el rectángulo mediría $3 \times 4,7 \text{ m}$ aproximadamente y si lo aplicamos a un minuto, serían $840 \text{ m}^3/\text{min}$, o lo que es lo mismo $28 \times 30 \text{ m}$.

- Semejante a la actividad anterior, podía averiguarse el volumen de edificaciones conocidas, tales como el Colegio, silo, iglesia, etc., y calcular cuántos «silos», por ejemplo, consume la localidad por mes, día u hora, según el consumo de la misma.
- Intentar averiguar el consumo de agua de cada vivienda en un día. Para ello averiguar la cantidad de agua que sale por cada grifo en cada minuto, incluso en distintas posiciones del mismo, sirviéndose, por ejemplo, de señales en cada grifo (fig. 2) y de vasijas de las que sepamos su capacidad. Controlar el tiempo de uso de cada grifo y calcular el agua caída. Si el agua se usa para cocinar, beber o regar, tener calculado el volumen de las cacerolas, jarras y cubos o regaderas. Calcular el volumen de la cisterna, contando las veces que se usa. Intentar averiguar por medio de los folletos de instrucciones, la cantidad de agua que gastan la lavadora y el lavavajillas, si se tienen. Al final del día se tendrá el gasto aproximado de agua.

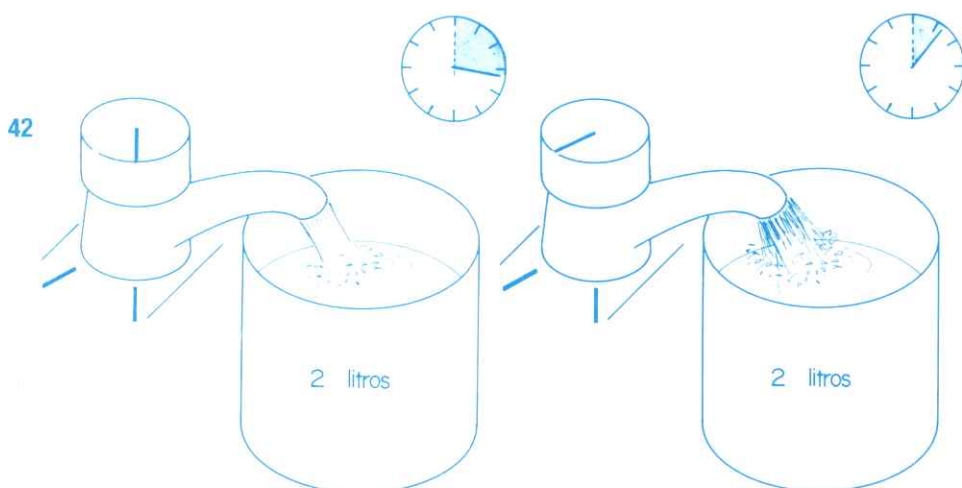
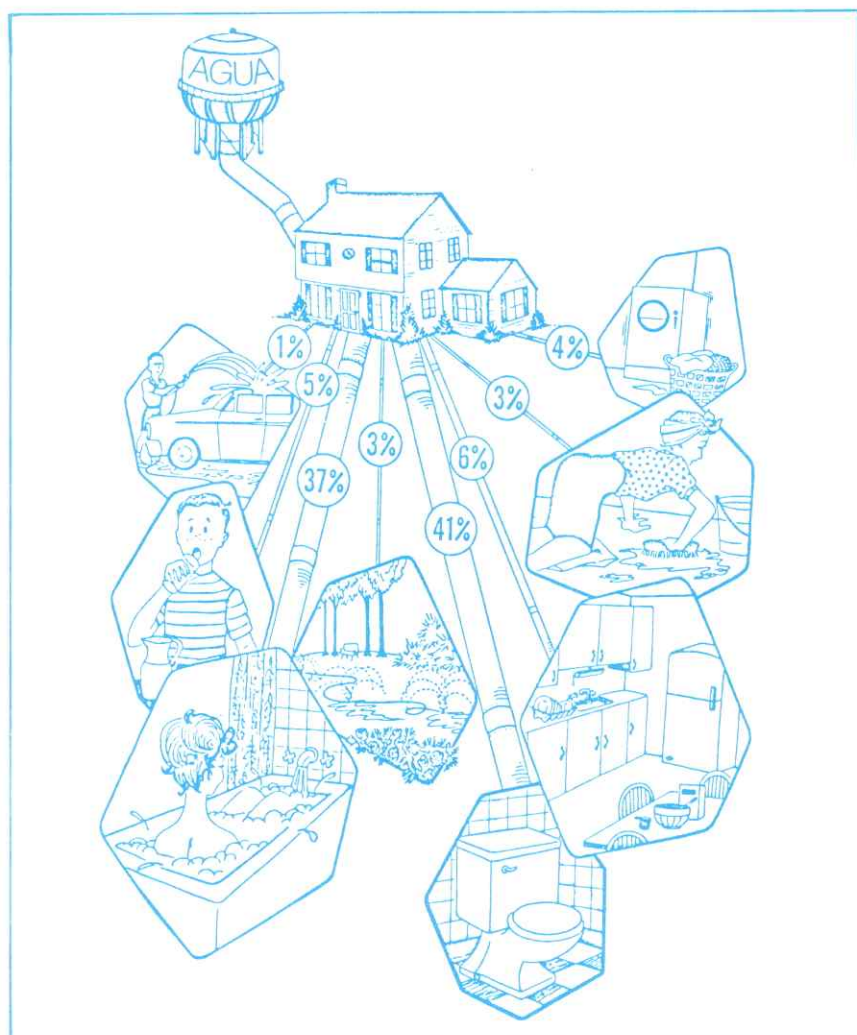


Figura 2

Habrà quien apunte que con mirar el contador de agua con 24 horas de intervalo, se sabe el consumo, pero si se hiciera así quedarían fuera aspectos tales como el carácter lúdico de la actividad, el hecho de que sea el propio alumno el que realice una investigación, la necesaria colaboración de la familia en la tarea, la práctica en el uso de cronómetros, la práctica en el uso de unidades de capacidad y el cálculo de proporcionalidades, etc., aspectos todos ellos más importantes que saber la cifra escueta. No obstante se pueden comparar las cifras obtenidas en la investigación y en el contador.

¹ Revista del MOPU, n.º 308, marzo 1984.

- Describir el contador del agua de la propia casa. Hacer un dibujo, indicar la función de cada aguja, si tiene varias, indicar las unidades de medida, la precisión y el máximo medible.
- Explicar en clase el recibo del agua. (Puede ser interesante que alguien del ayuntamiento de la localidad lo explique a la clase). Deducir el coste del m^3 de agua, averiguar si hay diferentes bloques para el cobro o vale toda igual, etc.
- Observar el dibujo de la pág. 44. De los datos de las anteriores actividades determinar el gasto de agua para cada actividad y realizar un gráfico semejante para cada vivienda de los alumnos.
- Realizar una observación de las costumbres de la familia e intentar detectar si hay despilfarro de agua. Por ejemplo, lavarse o afeitarse con el agua corriendo, dejar correr el agua en demasía para beberla fresca, etc.
- Buscar si hay un grifo que cierre mal y calcular el agua que pierde por minuto. De ahí calcular el agua que se pierde en una noche, por ejemplo.
- Todas estas actividades las realizará el alumno en su vivienda, debiendo llevar los datos al aula bien en forma de tablas, bien en forma de informe escrito. Una vez todos reunidos se hará un estudio de las cantidades gastadas, teniendo en cuenta el número de miembros de cada familia. Se puede calcular el gasto medio por familia y por persona.
- Explicar por qué cortar el suministro nocturno, cuando prácticamente no hay consumo, produce ahorro de agua, bastante más que el agua que se escaparía por goteo de los grifos.
- Comentar en clase los carteles y consejos de las campañas tendentes a economizar agua. Explicar detenidamente cada una de las recomendaciones (por ejemplo, el meter una o dos botellas llenas de agua en la cisterna) e incorporar otras nuevas que se les ocurran a los alumnos.
- Realizar un dibujo explicativo de cada una de las recomendaciones y exponerlos en algún lugar del Colegio. Inventar frases y carteles que refuercen la campaña.
- Después que en algunas o en todas las viviendas de los alumnos se sigan las recomendaciones, realizar un nuevo estudio del agua consumida. Ver la diferencia y calcular el porcentaje de ahorro que supone.
- Calcular el ahorro que se produciría si todas las viviendas de la localidad siguiesen las recomendaciones de ahorro. Realizarlo por día y año. Comparar las cifras que resulten con las cifras oficiales que se calculan en las campañas.
- Buscar en el diccionario el significado de la palabra aljibe. Intentar averiguar la capacidad media de un aljibe, teniendo en cuenta la gran variedad de aljibes que ha habido y todavía hay en España. Si es posible calcular la capacidad de un aljibe de la localidad.



- Calcular si un aljibe colocado en la terraza de una vivienda unifamiliar, bastaría para su consumo anual.
- ¿Se pueden realizar las economías en el propio edificio del Colegio? Realizar un estudio del tema. Intentar marcar unas normas para economizar agua en el Colegio.
- A partir de los datos de la superficie de España, población, pluviometría y escorrentía, calcular los recursos de agua por habitante y año. Comparar con los datos de consumo domiciliario y deducir que la diferencia se dedica a agricultura, industria y a mantener el caudal mínimo para que los ríos no pierdan su función ecológica.
- Intentar describir, mediante narración escrita u oral los problemas que pueden surgir si se decidiese tomar todo el agua de un río para consumo agrícola, industrial y doméstico.
- Ver qué porcentaje ocupa el consumo de agua en las viviendas frente al consumo de agua total. De ahí averiguar el porcentaje del ahorro en viviendas frente al consumo total. Deducir por tanto que si realmente se quiere realizar ahorro, no debe incidirse solamente en la vivienda, sino que también debe incidirse en agricultura e industria.

Indice

	Pág.
Introducción	3
1. El ciclo del agua.....	5
2. El agua como agente geológico	9
3. Papel del agua en el origen de la vida	12
4. El agua forma parte de los seres vivos y de los alimentos que ingerimos.....	14
5. ¿Existe agua en todas las sustancias?	17
6. El agua en la historia de la Humanidad	20
7. El agua está distribuida de forma irregular	22
8. El agua y la energía.....	25
9. El agua se contamina. La depuración.....	29
10. Otras causas de contaminación del agua	32
11. Propiedades del agua.....	35
12. El consumo de agua en nuestras viviendas	41

