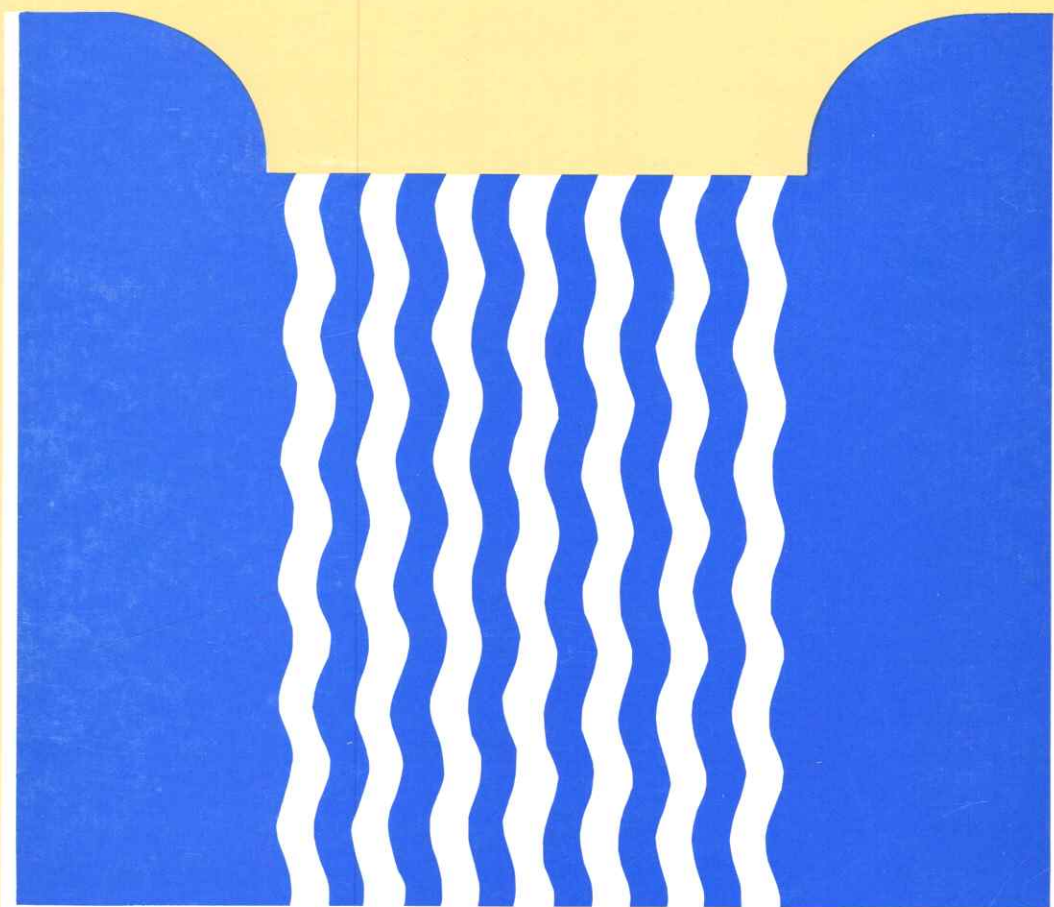


***Campaña Educativa
sobre el Agua***

GUIA DIDACTICA

Enseñanzas Medias



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. Transcender 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

Enseñanzas Medias

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO

1985

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.

Esta Guía Didáctica para Enseñanzas Medias ha sido redactada por un equipo compuesto por: M.^a Dolores Bellver, Julio Puente y Carlos Pulido.

Introducción

La presente guía no pretende ser una programación detallada sobre el tratamiento que del tema del agua se puede hacer en tal o cual asignatura. Sin embargo, recoge un amplio abanico de «ideas» que se ofrecen al profesorado para que, teniendo en cuenta las posibilidades de su centro y las características peculiares de sus alumnos y su entorno, se anime a trabajar sobre este tema de tan «vital» importancia.

El documento se compone de una amplia relación de objetivos y actividades, reunidos en apartados que pretenden recoger el *estudio* y el *problema* del agua. No se han separado, intencionadamente, atendiendo a las materias clásicas, ya que el tratamiento interdisciplinar e integrado es, creemos, el que mejores resultados puede proporcionar. ¿Es posible abordar adecuadamente el problema de la contaminación separando las causas inmediatas (físico-químicas) de las determinantes (sociales y económicas)? Así pues, se comienza por averiguar dónde está el agua (1), cuáles son sus propiedades y qué consecuencias se derivan de ellas (2), para destacar su importancia como componente fundamental de los seres vivos (3) y del ambiente (4), y concluir con la utilización por parte del hombre (5), que en demasiadas ocasiones olvida la conservación y uso (6) racional de un bien tan preciado y que excita su sensibilidad (7). Esta ordenación temática no tiene por qué trasladarse linealmente a la programación didáctica. Así, por ejemplo, también es aconsejable comenzar por la motivación que puede suponer para los alumnos la creación artística y cultural (7) en torno al agua, etc.

3

Si aceptamos el principio de lo que se *ve* y, sobre todo, lo que se *descubre* es lo que realmente se *aprende*, es aconsejable plantear las actividades propuestas con una *metodología activa de descubrimiento*, evitando en lo posible «mostrar» e «informar» y procurando «plantear problemas» y métodos para que los mismos alumnos sean los que busquen y encuentren (aunque sea, en algunos casos, por medio de bibliografía) las soluciones.

Se han evitado actividades de compleja realización, sustituyéndolas por las más conocidas y comunes en la bibliografía sobre prácticas de laboratorio o de campo. Allí donde, sin embargo, es necesario un apoyo complementario, éste se ha añadido en los anexos para facilitar la labor con referencias o datos.

Otro problema planteado es la adecuación de las actividades y objetivos a los distintos niveles. En vez de señalar cuáles serían idóneos para uno u otro curso, se ha preferido no condicionar al profesor, verdadero

conocedor del nivel real que alcanzan sus alumnos. Con este amplio índice la selección es además de deseable, necesaria.

Si a través de estas orientaciones el profesor se interesa por el «tema del agua», y encuentra en ellas alguna idea para poner en práctica, las páginas que siguen habrán cumplido su objetivo.

1. El agua en la Naturaleza

Objetivos

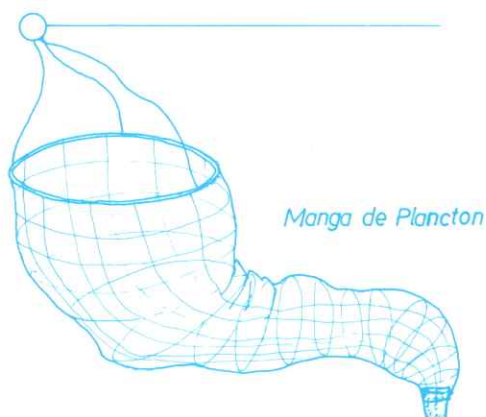
- Reconocer la presencia del agua en la Naturaleza en cualquiera de sus tres estados.
- Enumerar las formas de presentarse el agua en el entorno.
- Reconocer el agua como medio habitual de muchas formas de vida.
- Reconocer el agua como componente fundamental de los seres vivos.

Actividades

- Confeccionar una lista de las formas de presencia del agua en la Naturaleza en cada uno de sus tres estado (trabajo en equipo seguido de debate).
- Confeccionar una lista de las formas de presencia del agua «oculta» en la Naturaleza (trabajo en equipo seguido de debate).
- Buscar información (libros, revistas...) sobre la cantidad total de agua en el planeta; a) en estado sólido, b) en estado líquido, c) en estado de vapor.
- Determinar experimentalmente el contenido aproximado de agua del sulfato cúprico y del yeso.
- Confeccionar una lista de las formas de presencia del agua en el entorno del alumno (trabajo en equipo).
- Observar y clasificar los organismos presentes en una charca o estanque. Es posible la utilización de claves sencillas en algunos niveles (cursos). Sin embargo, la clasificación no tiene por qué ser necesariamente sistemática; en los cursos inferiores se pueden clasificar por tamaños, formas, los que viven en el fondo o flotan, etc. Recoger plancton y observar los organismos presentes.
- Preparar una infusión de hierbas. Observar infusorios. Favorecer la evaporación del agua de la preparación para observar las formas enquistadas. Interpretar lo observado.
- Observar los organismos presentes en un río, lago y (en su caso) el mar.
- Comparar utilizando dibujos, fotografías y esquemas las especies animales terrestres y las acuáticas. Marcar la dependencia del *medio*

acuoso que tienen también las primeras en algún momento de su ciclo vital (los embriones nunca se han adaptado al medio terrestre).

- Desecar materiales biológicos. Averiguar la proporción aproximada de agua en varios tejidos u organismos y emitir hipótesis sobre algunas de las causas que justifiquen las diferentes proporciones. Pesar las muestras. Introducir las en una estufa de desecación (u horno casero) a una temperatura próxima a los 100°C . Tras varias horas volver a pesar. Se puede repetir la operación y comprobar tras dejar enfriar las muestras, que los pesos son constantes. Se puede utilizar por ejemplo un trozo de carne, una semilla, un trozo de lechuga, etc.



2. Las propiedades del agua y sus consecuencias

Objetivos

- Conocer las siguientes propiedades físicas del agua y explicar sus consecuencias:

Propiedad	Consecuencia
Puntos de fusión y ebullición.	Estado líquido a temperatura frecuente en la Tierra.
Aumento de la densidad entre 0°C y 4°C.	Posibilidad de vida en el fondo del mar y de los lagos. Aumento del volumen al solidificarse $\Rightarrow$ acción sobre las rocas.
Calor específico anormalmente alto.	El agua como regulador del clima y amortiguador térmico en los organismos vivos.

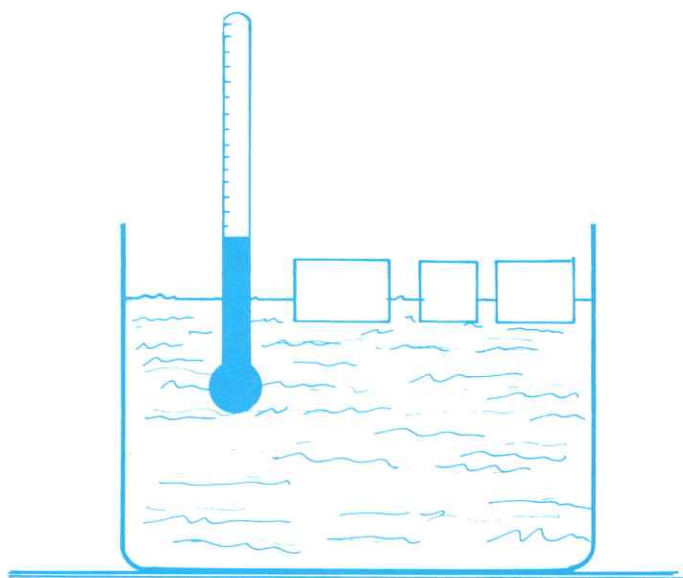
7

- Conocer la estructura molecular del agua y las propiedades derivadas:

El agua, compuesto de Hidrógeno y Oxígeno. Polaridad. Enlaces por puentes de H.	Estructura abierta del hielo. El hielo flota. Estabilidad del agua en estado líquido. Valores de fusión y evaporación anormalmente altos. Gran poder disolvente.
---	--

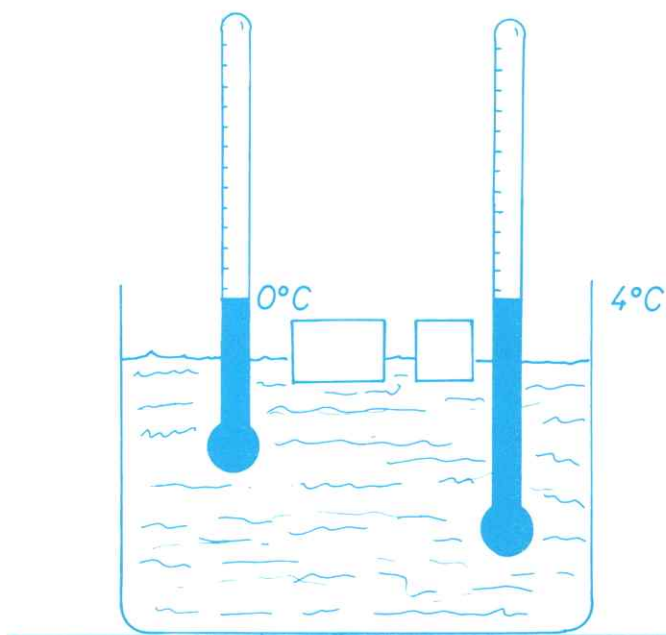
- Reconocer el gran poder disolvente del agua y explicar las siguientes consecuencias:
 - Reacciones químicas vitales. Importancia del agua para la vida.
 - Reacciones químicas en disoluciones acuosas. Importancia del agua para la Industria.
- Observar la capilaridad y tensión superficial del agua y explicar fenómenos cotidianos y consecuencias biológicas (ascensión de la savia en las plantas, desplazamientos de insectos acuáticos, etc.).

Experimento para medir la temperatura de fusión del agua.



8

Comprobación de la dilatación anómala del agua.

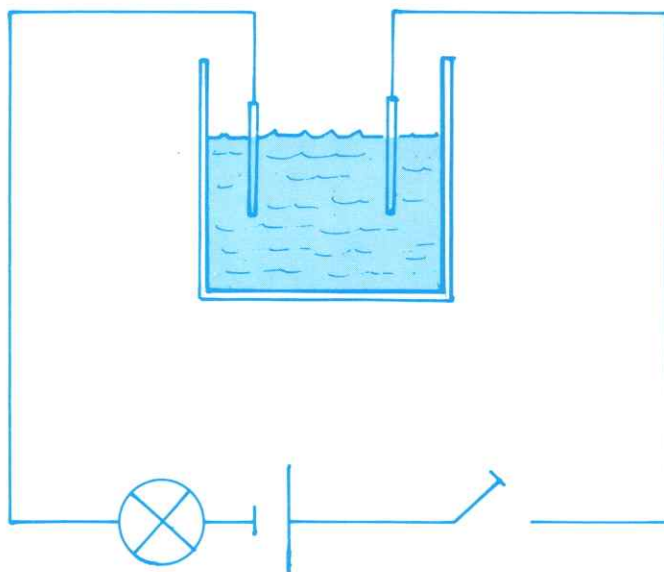


- Conocer las posibilidades de aprovechamiento mecánico y energético del agua (prensa hidráulica, máquina de vapor, etc.).
- Enunciar las condiciones de flotabilidad de un cuerpo en el agua y en su incidencia en el transporte (marítimo, fluvial).

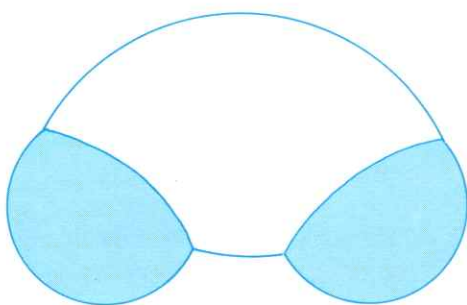
Actividades

- Proponer a los alumnos que diseñen y realicen un experimento para medir la temperatura de fusión del agua. (¿Varía la temperatura durante la fusión? ¿Es 0°C la temperatura de fusión?).
- Repetir la actividad anterior para la temperatura de ebullición del agua. (¿Varía la temperatura durante la ebullición? ¿Es 100°C la temperatura de ebullición?).
- Proponer a los alumnos que diseñen y realicen algún experimento para determinar la temperatura de congelación de diferentes disoluciones acuosas (sal, urea...) (¿Es la temperatura de congelación igual a la del agua pura?).
- Determinar el peso molecular de alguna sustancia orgánica soluble en agua mediante la medida del descenso del punto de congelación de su disolución acuosa.
- Explicar a los alumnos el uso en las antiguas máquinas heladeras de una mezcla de hielo y sal común para mantener bajas las temperaturas. Estudiar posteriormente el comportamiento de una mezcla de hielo y sal en el calorímetro.
- Disponer en dos vasijas cantidades iguales de hielo pudiendo añadir a una de ellas sal común y observar la fusión en ambos casos. (Reconciliar las conclusiones de este experimento con las de la actividad anterior).
- Destilar agua. Observar el paso de líquido a vapor e inversa. Comparar los sabores del agua ordinaria y del agua destilada.
- Proponer a los alumnos que investiguen los factores que influyen en la evaporación del agua (superficie libre, temperatura, aireación...).
- Situados los puntos de fusión y ebullición del agua, compararlos con una tabla de temperaturas óptimas para el desarrollo de varios organismos vivos.
- Determinar experimentalmente la densidad del agua y de otros cuerpos (hielo, corcho, piedra, madera, aluminio, plomo).

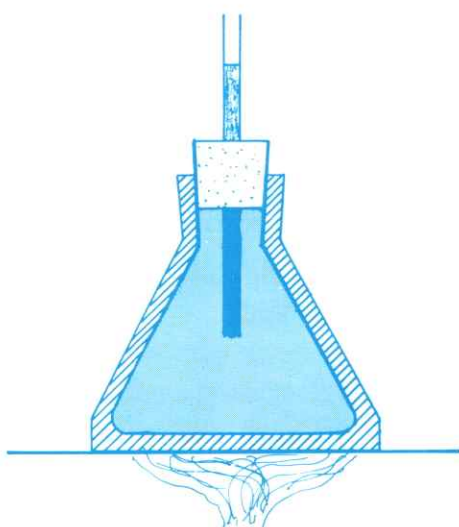
Comprobación de si el agua pura es conductora de la corriente eléctrica.



10



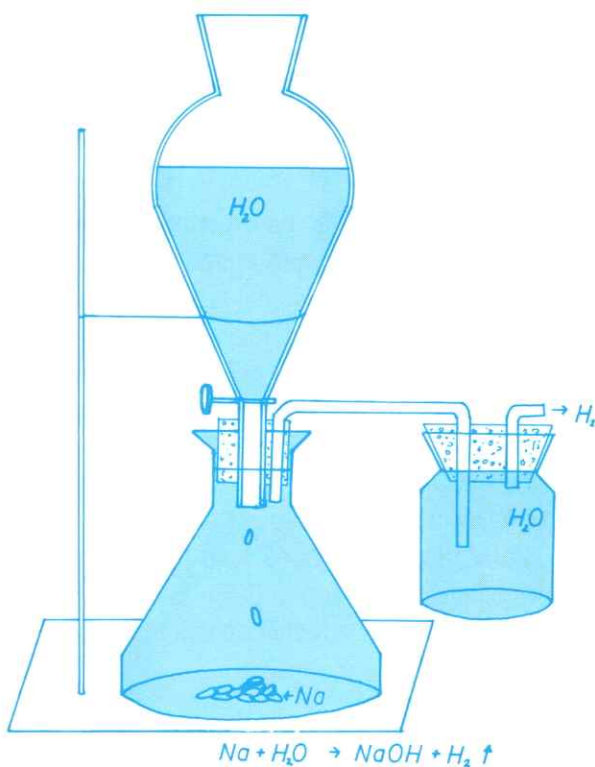
Modelo de molécula del agua.



Construcción de un termómetro de agua.

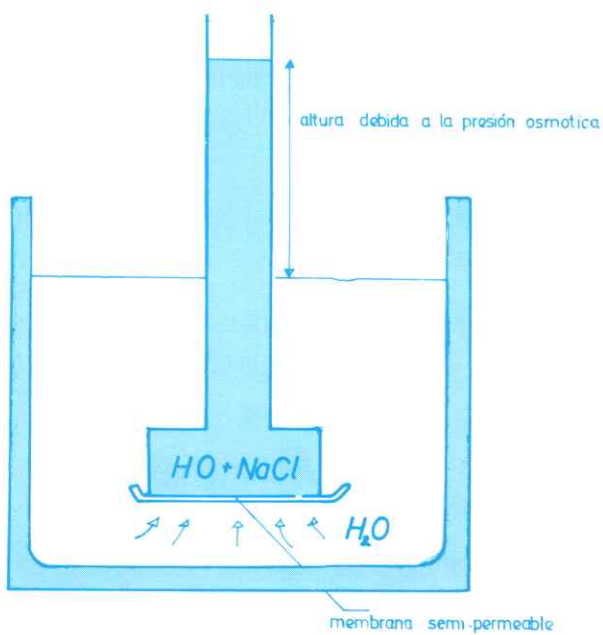
- A partir de una tabla que contenga datos de la densidad del agua a diferentes temperaturas, dibujar la gráfica correspondiente e interpretarla.
- Proponer a los alumnos un debate sobre la siguiente cuestión. ¿Qué sucedería si la densidad del agua disminuyera uniformemente con la temperatura a partir de 0°C ?
- Proponer a los alumnos que diseñen un experimento para comprobar la dilatación del agua con la temperatura (introducir agua en un matraz; cerrar con un tapón horadado a través del cual se introduce un tubo de vidrio delgado en el agua; se visualiza mejor el experimento añadiendo algún colorante al agua). Aprovechar la experiencia para proponer a los alumnos la construcción de un termómetro de agua. (Primero descendería el nivel para después aumentar).
- Comprobar la dilatación anómala del agua (calentar una vasija que tenga hielo en agua; situar dos termómetros, uno con el bulbo cerca de la superficie libre del líquido, otro con el bulbo en el fondo de la vasija). (Calentar lentamente y separar la fuente de calor cuando el termómetro inferior esté próximo a 4°C).
- Comprobar la expansión del agua al solidificarse (llevar un pequeño recipiente y congelar). Relacionar los resultados con la flotabilidad del hielo).
- Proponer a los alumnos que determinen la proporción del volumen de un cubito de hielo flotante en agua que queda por encima de la superficie del líquido.
- Experiencia de simulación en el laboratorio de la «acción de cuña» del hielo sobre materiales (gelivación).
- Comprobar que el calor específico del agua tiene un valor anormalmente alto (calentar con la misma cantidad de calor durante un cierto tiempo masas iguales de agua y de otros cuerpos).
- Debatir en clase las consecuencias para el clima del valor anormalmente alto del calor específico del agua.
- Comprobar que el agua es un compuesto de hidrógeno y oxígeno (electrolisis del agua acidulada; reconocimiento del hidrógeno y del oxígeno).
- Comprobar en el eudiómetro que el agua es el producto de la combinación de hidrógeno y oxígeno.
- Construir modelos de la molécula del agua y describir su estructura.
- Describir la distribución de cargas eléctricas en la molécula de agua. Plantear a los alumnos la cuestión siguiente para su discusión. ¿Qué

Reacción de un metal alcalino (sodio) con agua.



12

Experiencias de comprobación del fenómeno osmótico.



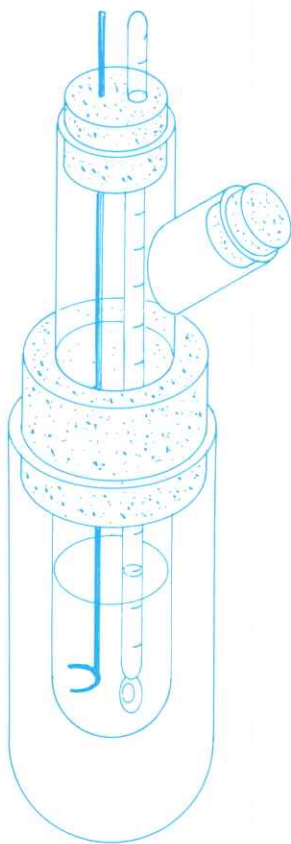
relación tiene el carácter polar de la molécula de agua con sus propiedades como disolvente?

- Describir la estructura de enlaces por puentes de hidrógeno en las moléculas de agua. Relacionarlo con la estructura del hielo, su densidad y la variación anómala de la densidad del agua líquida con la temperatura y la anómala temperatura de ebullición.
- Realizar la electrolisis del agua con sal común disuelta. Observar la producción de cloro (¡precaución!). Buscar información sobre la utilidad de los procesos electrolíticos en la industria.
- Medir el pH de disoluciones acuosas habituales en la vida diaria y de las disoluciones acuosas más utilizadas en el laboratorio.
- Describir la relación entre el carácter ácido/básico de una disolución acuosa con la estructura de la sal disuelta.
- Estudiar experimentalmente la reacción de un metal alcalino (sodio) con agua (¡precaución!).
- Estudiar en el laboratorio diversas reacciones entre iones en disolución acuosa (nitrato de plata-ácido clorhídrico...).
- Escribir las ecuaciones químicas correspondientes a las reacciones que se hayan investigado en el laboratorio y en las que intervenga el agua.
- Estudiar en el laboratorio la reacción de un óxido metálico (óxido cálcico) con el agua.
- Proponer a los alumnos que diseñen y realicen experimentos para comprobar si el agua pura es conductora de la corriente eléctrica. Repetir la actividad para diversas soluciones acuosas (agua azucarada, salada y acidulada...).
- Repetir la actividad anterior para el hielo; a) de agua pura, b) de agua salada.
- Confeccionar una lista de disoluciones acuosas habituales en la vida diaria.
- Clasificar sustancias habituales en la vida diaria según su solubilidad en agua.
- Comprobar en el laboratorio que el agua utilizada en la vida diaria tiene aire disuelto.
- Comprobar que el agua utilizada en la vida diaria tiene residuos sólidos (calentar agua en una cápsula durante un tiempo prolongado reponiendo el agua según hierva).
- Determinar la dureza de una muestra de agua (a partir de la cantidad de escamas de jabón precisas para obtener una espuma duradera en una cantidad de agua dada).

- Comparar la solubilidad en agua de varios compuestos (azúcar, sal, nitrato potásico...).
- Diseñar y realizar un experimento para comprobar la variación de la solubilidad en agua con la temperatura para varios compuestos (sal, nitrato potásico...). Dibujar las gráficas correspondientes.
- Obtener cristales de sulfato cúprico a partir de una disolución de este compuesto.
- Experiencias de comprobación del fenómeno osmótico.
- Llenar completamente un vaso (o un matraz) con agua (utilizar al final un cuentagotas). ¿Por qué la superficie del agua no es horizontal?
- Comprobar la flotabilidad de pequeños cuerpos «densos» en agua (aguja de acero...) si se depositan en la superficie. ¿Por qué la superficie del agua no es horizontal? Repetir la experiencia añadiendo detergente al agua.
- Observar la forma de las gotitas de agua que se obtienen al pulverizar agua sobre arena, sobre polvo o sobre una superficie grasa. ¿Qué formas adoptan las gotas si la superficie está limpia?
- Confeccionar una lista de manifestaciones de la tensión superficial en la vida ordinaria.
- Observar la ascensión del agua en tubos capilares de vidrio en terrones de azúcar, en toallas, en papel de filtro...
- Confeccionar una lista de manifestaciones de la capilaridad del agua en la vida diaria.
- Obtener un cromatograma sencillo. (Depositar una gota de tinta de bolígrafo sobre papel de filtro: añadir en el mismo sitio sucesivas gotas de agua cuidando de no dejar caer ninguna gota hasta que no haya terminado la expansión en el papel de la anterior).
- Experiencias de ascensión de la savia en las plantas.
- Construir una máquina de vapor elemental. (Aprovechar el vapor resultante de la ebullición del agua para girar las aspas de un pequeño molino).
- Proponer a los alumnos la construcción de una prensa hidráulica sencilla. Describir su funcionamiento. (Se puede construir una prensa hidráulica sencilla con dos jeringas de distinta sección y un tubo de goma).
- Confeccionar una lista de cuerpos que flotan en el agua y otra de cuerpos que no flotan en el agua; comparar las densidades de todos ellos. (Trabajo en equipo con debate y comprobación experimental de las hipótesis opuestas).

- Estudiar la flotabilidad de un huevo en agua pura y en agua salada (para distintas cantidades de sal disuelta).
- Comprobar experimentalmente el principio de Arquímedes (mediante la comparación del peso de un cuerpo, medido con un dinamómetro, según esté o no sumergido en agua, para cuerpos cuya densidad se haya determinado previamente).
- Confeccionar una lista de aplicaciones del principio de Arquímedes (trabajo en equipo).
- Proponer a los alumnos que determinen densidades de diferentes cuerpos sólidos y de líquidos por aplicación del principio de Arquímedes.

DETERMINACION DEL PUNTO DE CONGELACION DE UNA DISOLUCION



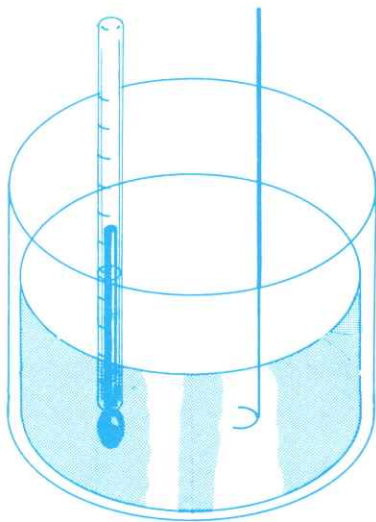
Para determinar el punto de congelación de una disolución se puede seguir el método de Beckmann (Previamente se debe haber realizado la actividad de determinación del punto de congelación del agua pura).

El aparato de Beckmann consiste en dos tubos acoplados: en el interior se vierte la disolución preparada cuyo punto de congelación quiere determinarse; en este tubo interior se introduce un termómetro para medir la temperatura y un agitador para mantener la disolución en continua agitación e impedir la congelación del disolvente sobre las paredes del tubo. El aparato se sumerge en un baño capaz de mantener la temperatura por debajo del punto de congelación esperado. (Para muchas disoluciones puede utilizarse una mezcla de hielo picado y sal común mezclados homogéneamente. El sistema se puede aislar utilizando los calorímetros habituales de los equipos de calor).

Con los alumnos de los cursos superiores, se debe repetir la experiencia para valores diferentes de la concentración de la disolución. Se puede llegar a la construcción de una gráfica que represente la variación del descenso del punto de congelación de la disolución en función de la temperatura, y a la formulación de hipótesis sobre la relación entre ambas variables.

VARIACION DE LA SOLUBILIDAD DE UN SOLUTO EN AGUA
CON LA TEMPERATURA

Un método de trabajo para iniciar a los alumnos en este tipo de actividades es el siguiente:



En primer lugar se pesa una cantidad suficiente del compuesto que se va a disolver (para el nitrato potásico basta con la preparación de 20 g de sal por cada 10 centímetros cúbicos de agua, aproximadamente). El nitrato potásico es especialmente apropiado porque se precisan cantidades relativamente pequeñas de soluto y porque la variación de solubilidad con la temperatura es muy acusada). Sea m la masa del soluto preparado.

Se calienta un volumen determina de agua, V . Se añade poco a poco soluto hasta obtener una disolución saturada (debe agitarse continuamente); se determina con el termómetro la temperatura de esta disolución saturada. A continuación se pesa la cantidad de soluto preparado inicialmente que no ha sido necesario disolver; sea m' esta masa. La cantidad de compuesto que se habrá disuelto será $m_s = m - m'$.

16 Se repite la experiencia calentando el agua a diferentes temperaturas. Con los datos se completa la siguiente tabla:

Operación	Masa inicial de soluto (m)	Masa residual de soluto (m')	Soluto disuelto (m_s)	Temperatura (t)
1. ^a				
2. ^a				
3. ^a				
4. ^a				
5. ^a				
6. ^a				
7. ^a				

Se construye con los datos anteriores la gráfica solubilidad (s)-temperatura (t) para el compuesto investigado (Es sencillo deducir un valor aproximado de la solubilidad a partir de los valores del soluto disuelto, m_s , en el volumen utilizado, V).

Este método no permite determinaciones precisas, puede servir para iniciar a los alumnos en el tema de la solubilidad a diferentes temperaturas.

Procedimientos más rigurosos exigen el filtrado de la disolución saturada y la separación del soluto por desecación (Puede consultarse el Nuevo manual para la enseñanza de las ciencias de la Unesco o las manuales de experiencias de laboratorio habituales en los Centros).

3. El agua en los seres vivos

Objetivos

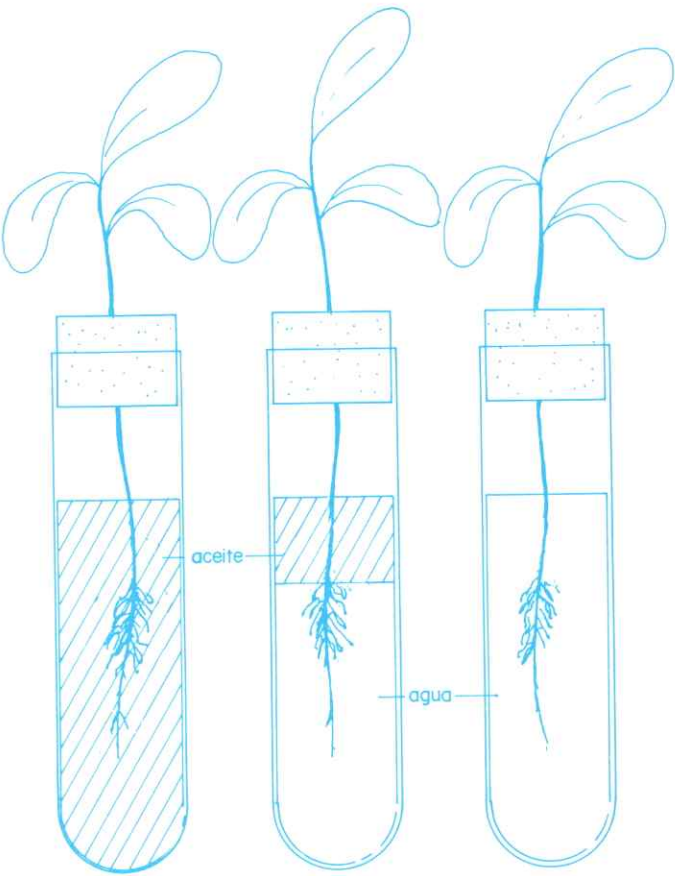
- Tener conciencia de que el agua es imprescindible para el desarrollo de todo organismo vivo sin excepción.
- Distinguir las entradas y salidas de agua en los vegetales: ciclo del agua en las plantas.
- Distinguir las entradas y salidas de agua en el medio interno de animales terrestres, dulceacuícolas y marinos. Superficies fisiológicas: respiratoria, digestiva, excretora, externa (piel). Balance hídrico.
- Reconocer el agua como vehículo universal de transporte en las entradas y salidas de sustancias nutritivas y de desecho.
- Enumerar y describir las adaptaciones de los organismos (vegetales y animales) a los distintos ambientes: terrestre húmedo, terrestre seco, de agua dulce y marino.
- Reconocer la validez de la hipótesis del origen de la vida en el agua.

17

Actividades

- Antes de iniciar el estudio del agua, plantear a los alumnos la siguiente pregunta: ¿Qué sustancia (compuesto) necesita adquirir todo organismo sin excepción? Los alumnos, divididos en grupos, propondrán hipótesis que tratarán de ratificar todos consultando bibliografía. Bastará que un grupo encuentre un organismo que no requiera necesariamente la sustancia propuesta para volver a revisar una nueva hipótesis. El profesor no ha de proporcionar información ni «pistas», sino ordenar el debate y orientar el «método».
- Observar la necesidad de agua para las raíces de las plantas y comprobar que la absorción tiene lugar en la zona pilífera*.
- Medir el contenido aproximado de agua en una muestra de suelo (pesar, desecar, pesar).

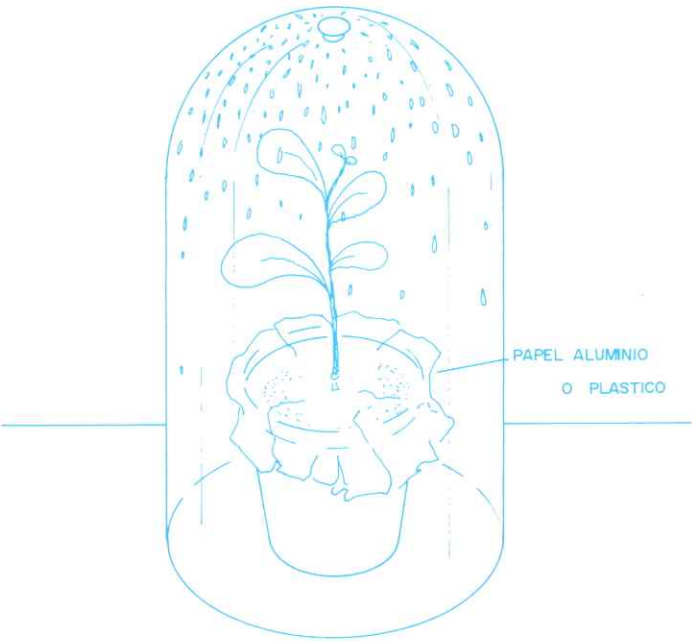
* Ejemplos de desarrollo de algunas de las actividades que siguen pueden encontrarse en: VILLA DE CAMBA, N.: *Biología 1. Un enfoque ecológico para el currículo de enseñanza media*. Cuadernos Pedagógicos, Ed. Kapelusz. Buenos Aires, 1977.



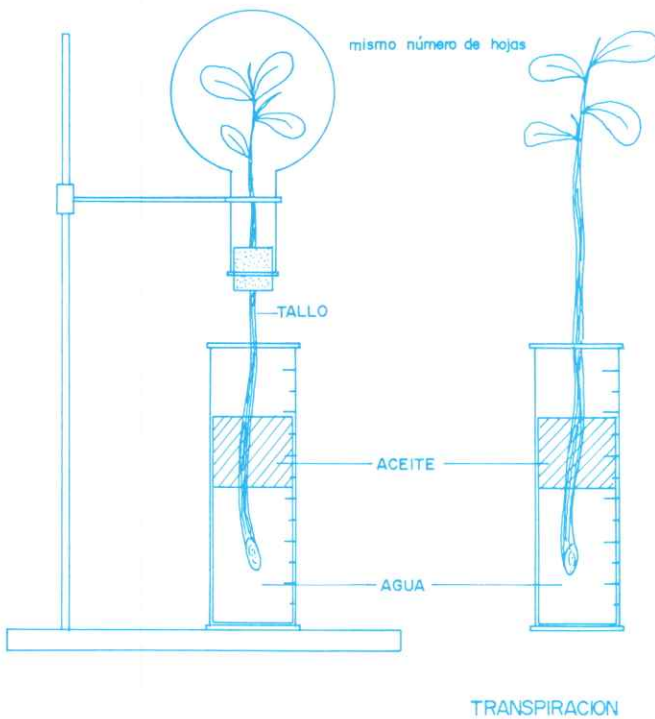
18

ABSORCION

TRANSPIRACION



- Experiencia de ascensión de savia en las plantas: Introducir el extremo inferior del tallo de una planta en agua teñida con colorante o tinta y realizar cortes a distintas alturas para comprobar la circulación. Otra evidencia de la ascensión del agua es la transpiración.
- Comprobar el hecho de la transpiración en las plantas y realizar preparaciones de epidermis de hojas para observar los estomas.
- Medir con un potómetro la cantidad de agua que elimina una serie de plantas por transpiración, en un determinado tiempo.
- Observar que la cantidad de agua que transpira una planta es función de la humedad ambiente.



- Realizar experiencias de germinación de semillas para comprobar la necesidad de agua.
- Pesar un conjunto de garbanzos y someterlos a «remojo» durante un día. Pesar después de secar las semillas con papel de filtro. Calcular la cantidad de agua acumulada.
- Realizar cultivos hidropónicos para comprobar el crecimiento normal de una planta con abundante agua y nutrientes (sales) disueltos.
- Hallar el óptimo aporte de agua necesario para una planta dada, realizando un diseño experimental sencillo.
- Someter a células animales y vegetales a choque osmótico: plasmolisis y turgescencia.

- Observar la vacuola pulsátil de un infusorio y tratar de averiguar su omisión.
- Realizar esquemas sobre las superficies de intercambio de un animal y murales o dibujos sobre los diferentes caminos que sigue el agua que ingiere (p. ej., el hombre).
- Relacionar las concentraciones del medio interno (animal) y medio externo (ambiente). Tratar el caso del salmón o la anguila (cambio de medio hipo-hiperosmótico-). Plantear un debate apoyado en consulta bibliográfica, por ejemplo bajo la pregunta: ¿Se moriría una sardina en un río o una trucha en el mar?
- Al realizar una disección de un organismo (rata o rana) procurar mantenerlo anestesiado, extraer el corazón y sumergirlo en líquido de Ringer para comprobar su funcionamiento durante cierto tiempo en condiciones isoosmóticas.
- Humedecer un trozo de pan o fruta y mantenerlo al aire. Describir los cambios que se producen: colonizaciones de hongos, etc.
- Comparar hojas de una planta adaptada a ambientes secos con la de otra planta adaptada a ambientes húmedos.

POTOMETRO

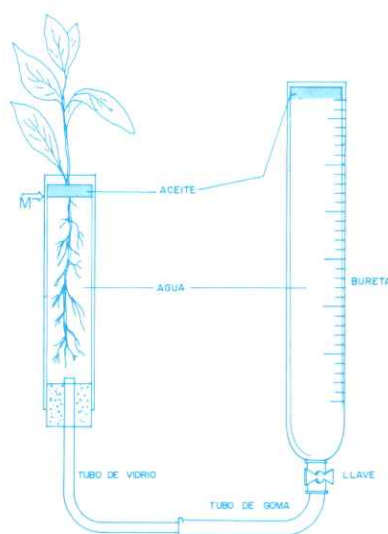
20

Realizar el montaje que aparece en la figura (bureta, tubos, tubo abierto por ambos lados, etc.). El aceite tiene como misión evitar la pérdida de agua por evaporación.

Llenar de agua y enrasar en la marca M, cerrar la llave de la bureta y rellenarla hasta cero (0).

El consumo de agua por parte de la planta hará descender el nivel en el tubo donde ésta se halla. Transcurrido un cierto tiempo (T), abrir la llave hasta enrasar en M. Medir en la bureta el agua consumida.

$$\text{Consumo (transp.)} = \frac{\text{Volumen de agua}}{T}$$



- Comparar las diferencias entre un organismo animal adaptado a ambientes secos y otro (del mismo grupo) adaptado a ambientes húmedos y determinar cuáles de estas diferencias se deben a la distinta presencia de agua.
- Comparar las formas de vida (métodos de desplazamiento, de nutrición..., etc.) de organismos acuáticos y terrestres.
- Construir terrarios de distintos ambientes: desierto, pradera..., etc. y acuarios. Observar el comportamiento (forma de vida) de los organismos en relación con la ingestión y eliminación de agua.
- De los datos obtenidos en las actividades anteriores emitir hipótesis sobre el origen de la vida. ¿Qué medio sería el más adecuado? ¿Se originaría actualmente vida?

4. El agua en el planeta

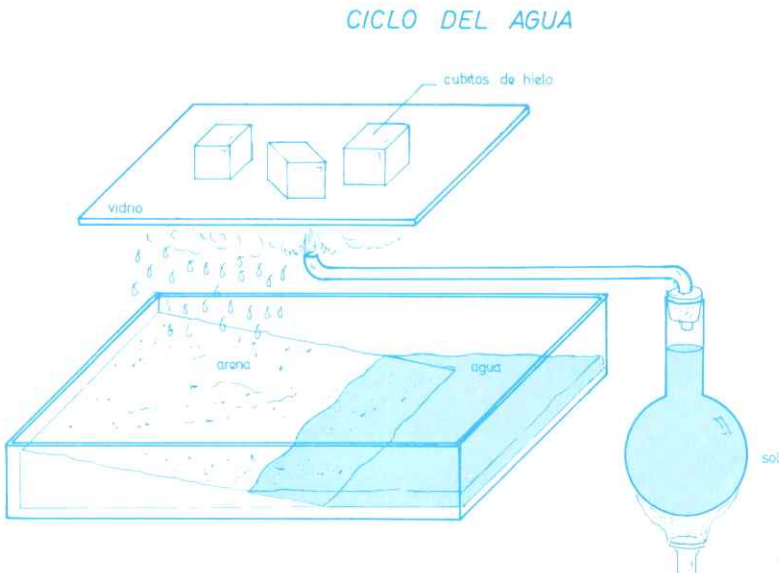
Objetivos

- Describir la acción del agua en la atmósfera y sus consecuencias en el clima.
- Describir la acción geológica del agua.
- Describir y explicar el ciclo del agua en la Naturaleza.
- Conocer y explicar la morfología de los paisajes húmedos, glaciares, kársticos y costeros.
- Representar cartográficamente estos ámbitos sobre un mapa mundial.
- Explicar las relaciones entre la disponibilidad de agua y el hábitat humano.
- Conocer y explicar la relación entre los aportes hídricos y los movimientos de población.

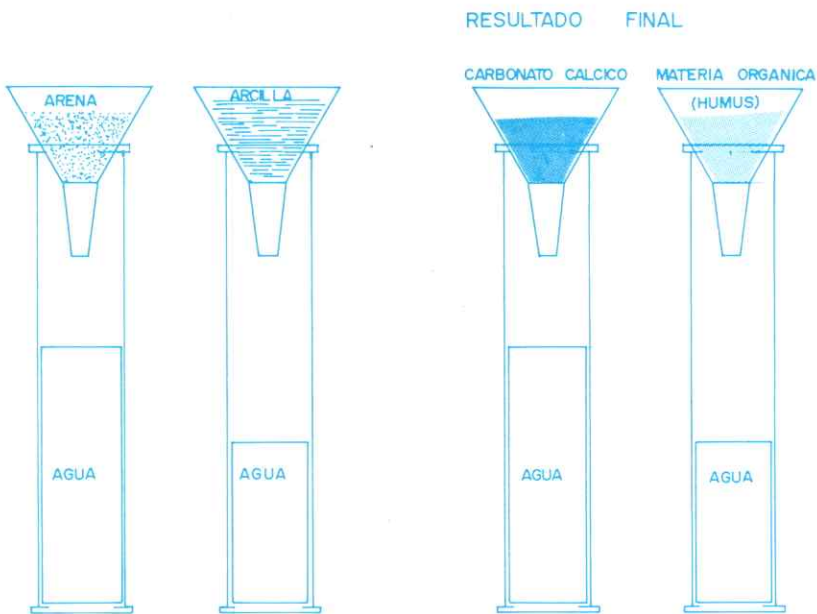
22

Actividades

- Observar distintos materiales a la intemperie y averiguar en qué consiste la acción del «agua atmosférica» sobre ellos.
- Medir las variables meteorológicas (temperatura, presión, humedad relativa..., etc.). Construir tablas de datos y gráficas de variación. Realizar y comentar climogramas.



- En el laboratorio, crear nubes artificiales y lluvia artificial*.
- En las salidas al campo, observar la intervención erosiva del agua.
- En el laboratorio, hacer circular agua sobre arena (en una cubeta inclinada) y observar el resultado.
- Realizar experiencias sobre el comportamiento de los componentes del suelo ante el agua: permeabilidad y capacidad de retención de agua.



- Medir la salpicadura según el sustrato (suelo).
- Observar los cambios de volumen de la arcilla según la cantidad de agua: agrietamiento.
- Estudiar el curso de un río: topografía, profundidad, velocidad, sedimentos, etc.
- Construir murales con esquemas sobre el ciclo del agua.
- Escribir cuentos o docudramas sobre el viaje de una molécula de agua en la naturaleza.
- Explorar el entorno geográfico para observar y analizar los efectos del agua sobre:
 - a) las formas de erosión y sedimentación.
 - b) las aguas corrientes y estancadas.
 - c) la vegetación y la fauna.

* Ver Nuevo Manual de la Unesco para la Enseñanza de las Ciencias. Edhasa. Barcelona, 1978.

Es conveniente anotar en la ficha de observación:

- el lugar en el que se ha observado cada aspecto.
- la estación del año.
- las características.
- la procedencia del agua.
- la utilidad.
- Proyección de diapositivas sobre distintos tipos de paisaje. Esquema de desarrollo:

Proyección

Lista de elementos visualizados

Factores causantes de esa estructura

Realización de un bloque-diagrama de dicho paisaje, destacando si es posible el tipo de estratos del suelo o el agua subterránea. Ejemplos de bloques-diagrama pueden verse en la «Geografía General» de Ives La-côte. Ed. Oikos-Tau. 1982.

Características de dicho paisaje

24

Deben verse, como mínimo, las siguientes formaciones:

- un torrente de montaña
- karst superficie
 subterráneo
- curso medio fluvial con meandros
- llanura aluvial
- cono de deyección o delta
- circo glaciar
- lengua glaciar, morrenas, umbrales
- lagos de origen glaciar
- valle en
- fiordo
- macizo montañoso con glaciares de erosión
- uadi
- desierto de dunas (erg)
- desierto de piedra (reg)
- depresiones saladas
- mesetas (hamada)
- costa acantilada
- costa de playas
- cordones litorales
- rías

- Con ayuda de mapas geológicos, mapas climáticos y regímenes fluviales (en cualquier atlas) hallar las zonas de España donde puedan encontrarse estos tipos de paisajes y colocarlos sobre un mapa mudo, comprobando en cualquier geografía de España la veracidad de la hipótesis.
- Realizar actividades similares por continentes (puede hacerse por grupos).
- Calcular el porcentaje de costas españolas de cada tipo y construir una gráfica circular.
- Simular las necesidades de un clan paleolítico que se ve obligado a cambiar de territorio para evidenciar las necesidades básicas de consumo.
- Construir un mapa de los diferentes tipos climáticos mundiales.
- Comparar, por superposición de mapas realizados sobre papel vegetal, tipos climáticos, zonas más pobladas y zonas menos pobladas mundiales. Explicando los factores determinantes de dicha distribución.
- Buscar un texto pre-industrial sobre la incidencia del agua sobre la salud y otro contemporáneo para tratar de explicar las relaciones agua-tasa de mortalidad. (Ver Anexo 1).
- Buscar sobre el atlas topónimos de ciudades relacionados con su ubicación junto al agua.

Confluentes = Cofrentes

Baños = Bath

Puertos, etc.

- Buscar datos sobre la población turística en la costa mediterránea española para ver la relación agua-movimientos migratorios.
- Comentar el artículo adjunto sobre las consecuencias sobre la población de la sequía.
- Recoger y comentar artículos de prensa sobre los problemas de suministro de agua a esas poblaciones flotantes.
- Entrevistar a varios agricultores de zonas de emigración para deducir los efectos del éxodo rural sobre la erosión de los suelos.
- Debate sobre los aspectos positivos y negativos de la relación hombre-agua.

LA SEQUIA

Las grandes sequías de la última década han tenido consecuencias catastróficas, no sólo en el África saheliana sino también en otras regiones. En Mauritania, por ejemplo, en 1965, el 58% de la población era considerada nómada. Diez años más tarde, el porcentaje descendió a 25%, y esta cifra bajó aun más después de la gran sequía de 1977, que causó estragos irreparables. Durante el mismo período, los campesinos sedentarios pasaron de 15 a 42% y los habitantes urbanos de 7 a 31% de la población. El mismo desastre se produjo en Malí, en Chad, en Sudán. En algunos países, los hombres abandonaron a sus familias en busca de recursos que les permitieran sobrevivir y no regresaron nunca; incluso a veces, al haber perdido su rebaño, se suicidaron. De este modo, las sequías apresuraron una evolución que se perfilaba desde hacía varios años.

Una amenaza más grave aún acecha a los pastores nómadas. En el Sahel, la carencia de tierras cultivables unida a la presión demográfica obligó a los cultivadores a extender progresivamente los cultivos hacia el norte, hacia aquellas regiones irrigadas por las lluvias provenientes del golfo de Guinea. Estas regiones, de régimen pluvial incierto (de 100 a 300 milímetros de lluvia por año), estuvieron siempre reservadas a los pastores nómadas, que sabían extraer el máximo rendimiento, haciendo circular los rebaños de un lugar de pastoreo a otro. Progresivamente los nómadas han sido expulsados por los agricultores sedentarios ávidos de tierras, que no quieren aceptar en ellas a los rebaños, ni siquiera en las tierras en barbecho transitorio.

Por otra parte, casi todos los gobiernos han adoptado una política de sedentarización de los nómadas. Se les reprochaba ser indisciplinados, rebeldes al progreso, a la higiene, no aceptar el control de las autoridades, vivir en condiciones arcaicas. Se les acusa de incontables saqueos y —argumento supremo— de no aportar nada a la economía nacional. En este sentido, las grandes sequías, al eliminar una parte de los nómadas, no han disgustado a algunos políticos locales.

Pero se olvida entonces que la desaparición de los nómadas eliminaría toda presencia humana en inmensas extensiones de tierras áridas y de desiertos, y que, convencionalmente explotados, los rebaños nómadas pueden aportar cantidades importantes de carne y de pieles.

JEAN FAUCHON «Los nuevos nómadas».
Correo de la Unesco. Junio, 1983.

5. Usos del agua

Objetivos

- Conocer los diversos usos que el hombre hace del agua tanto directa como indirectamente.
- Aproximarse a las diferencias históricas en dicha utilización.
- Conocer y analizar el consumo de agua per cápita, familiar, de una colectividad, de una industria, etc.

Actividades

- Hacer una lista de usos que hace el hombre del agua.
- Visitar una planta embotelladora de agua.

Modelo de visita:

27

Visita previa del profesor

Elaboración de un cuestionario base, conjunto o por grupos

Formación de grupos de trabajo

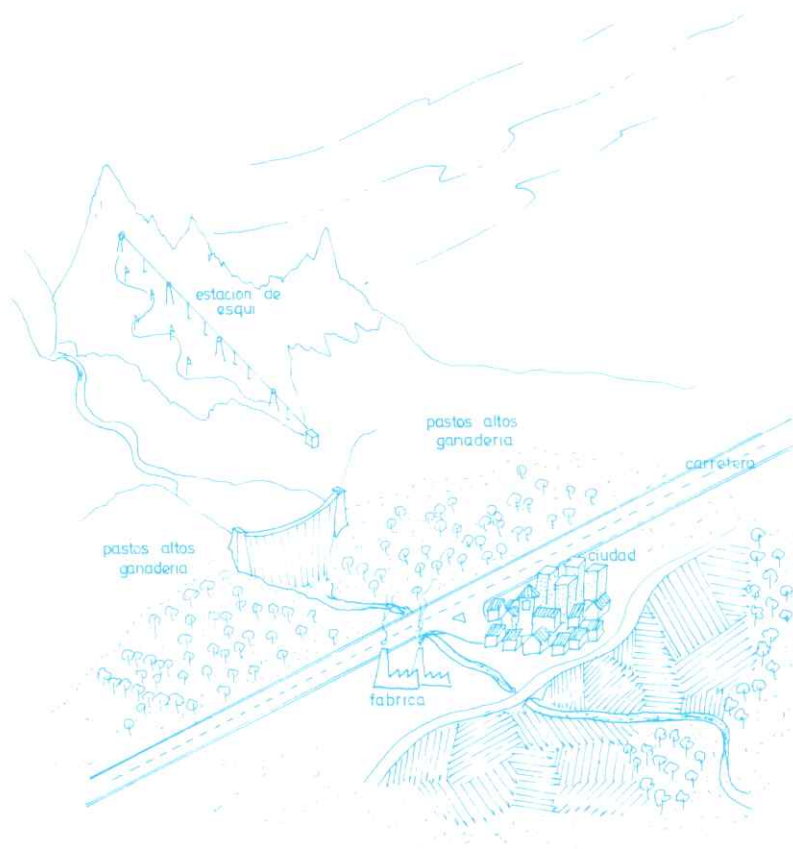
Visita de alumnos			Mercado consumo	
Materias primas y procedencia	Utilidad	Producción: fases volumen	Alteraciones del medio ambiente	Funcionamiento laboral: obreros, número, sexo, etc.

Presentaciones del informe de cada grupo

DEBATE

- Visita a una central hidroeléctrica (mismo esquema).
- Entrevista con el presidente de una comunidad de regantes y con varios agricultores.
- Visita a una central térmica. El debate en este caso podría centrarse sobre los sistemas de seguridad.

- Hacer una lista de actividades humanas en las que el agua es necesaria desde el pan hasta el deporte.
- Simular una cuenca fluvial para derivar los efectos de la construcción de un embalse.



Ejemplo de cuadro de consecuencias:

	Durante la construcción	Después
Geomorfología:		
Erosión		
Sedimentación		
Salinidad		
Calidad de agua:		
Calidad		
Salinidad		
Temperatura		
Evaporación		
Régimen hidráulico		
Niveles freáticos		
Microclima		
Flora		
Fauna		
Abastecimiento de agua		
Migraciones		
Salud		
Industrialización		
Empleo		
Turismo		
Agricultura		
Ganadería		
Vías de comunicación		

Marcar con el signo + = Impacto beneficioso

– = Impacto perjudicial

× = No se sabe

Tras realizarlo derivar soluciones para las consecuencias perjudiciales.

Nota: El mismo ejercicio puede hacerse simulando la construcción de un puerto.

- Buscar un texto histórico y grabados sobre la evolución de su uso energético del agua. Por ejemplo uso para moler cereales (puede consultarse «Investigación y Ciencia», septiembre, 1984, p. 98). Construir un eje cronológico. Averiguar las causas de dicho uso y las razones del cambio. (Ver Anexo 2).
- Buscar en una enciclopedia ejemplos similares sobre otros usos (relojes de agua, etc.).
- Preparar un dossier sobre usos variados del agua a lo largo de la historia en España que permita hacer comentarios, mapificar algunos aspectos, etc. (Ver Anexo 3).

CONSUMOS DE AGUA EN DIVERSAS ACTIVIDADES

Actividad	Unidad de Producción	m ³ de agua por unidad de producción	Observaciones
Alcoholeras	m ³	1,2	Aguas residuales muy contaminadas.
Azucareras	toneladas	13	Aguas residuales muy contaminadas.
Aceites	toneladas	21	Aguas residuales muy contaminadas.
Conservas	toneladas	25-50	(según el producto de que se trate).
Cerveceras	m ³	12	
Productos lácteos	toneladas	15	
Mataderos	toneladas	18	(en canal).
Curtidos	toneladas	60	Aguas residuales muy contaminadas.
Papeleras	toneladas	20-30	(según proceso).
Textiles	toneladas	9,5	(ramo del agua).
Petróleo	toneladas	10	
Acero	toneladas	50-200	Según proceso y reciclado del agua.
Algodón	toneladas	10.000	Obsérvense los altos consumos en la agricultura.
Arroz	toneladas	4.000	
Trigo	toneladas	1.500	
Maíz	toneladas	1.000	

- Estudiar la evolución histórica de una red de regadío. (Ver Anexo 4).
- Averiguar qué es la revolución verde y contrastar el uso tradicional del agua en un desierto y su uso moderno. Pueden elaborarse planos o bloques diagrama de dicho contraste.
- Averiguar posibles innovaciones en los usos del agua, planteando las causas de dicha innovación (por ejemplo el riego gota a gota, las centrales maremotrices, etc.).
- Partiendo del cuadro de uso de tierras en varios años en el mundo.
 1. Construir gráficas por fechas.
 2. Comentarlas.
 3. Deducir los obstáculos a un crecimiento rápido de los regadíos.

Serviría de primera aproximación a la toma de conciencia de que el agua es un bien limitado.

- Averiguar el consumo semanal y mensual de agua familiar y per cápita y comparar con las cifras nacionales. Pensar en posibles formas de ahorro.
- Hacer una encuesta a los padres y abuelos sobre el consumo de agua en otras épocas.
- Comentar el mapa de % de la población mundial sin suministro de agua existente en el SEGAL-KIDRON «Atlas del Estado del Mundo», Ed. del Serbal, mapa n.º 50.
- Diseñar una cuenca fluvial con afluentes y explotaciones agrarias, pueblos o ciudades, fábricas, etc., en la que se puedan colocar datos sobre un caso hipotético de:
 - Escorrentía en $\text{Hm}^3/\text{año}$
 - Caudal medio en $\text{m}^3/\text{año}$
 - Longitud de un río en km
 - Superficie de riberas en Has
 - Cálculo de consumo agrícola
 - Consumo industrial
 - Posible consumo urbano directo - 300 litros por habitante y año
 - Posible consumo energético

(Muchos de estos datos se encuentran en publicaciones del MOPU).

Calcular los vertidos posibles (alcantarillado de Madrid = 3.000.000 habitantes $13 \text{ m}^3/\text{segundo}$).

Construir un cuadro sobre el ciclo humanizado del agua y los problemas que pueda generar por abuso o contaminación.

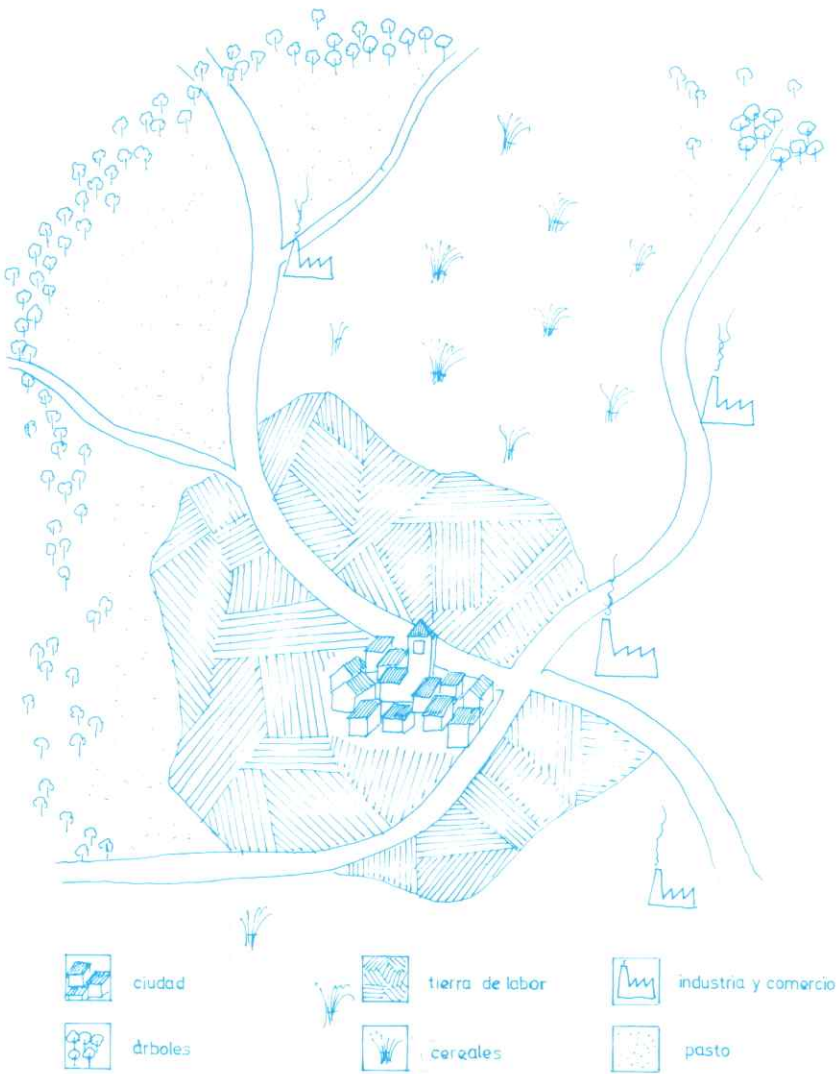
USO DE TIERRAS • EN MILES DE HECTAREAS

	1969-71	1974	1977	1980
Mundo				
Superficie terrestre	13 075 454	13 075 355	13 075 282	13 075 248
Tierras arables	1 326 023	1 338 577	1 347 931	1 358 431
Praderas permanentes	87 418	91 014	92 982	93 784
África				
Superficie terrestre	2 966 531	2 966 487	2 966 447	2 966 447
Tierras arables	153 332	157 557	161 722	163 159
Praderas permanentes	15 949	16 789	17 694	18 005
América del Norte				
Superficie terrestre	2 135 594	2 135 594	2 135 581	2 135 581
Tierras arables	261 387	260 739	262 146	264 999
Praderas permanentes	5 712	6 099	6 268	6 369
América del Sur				
Superficie terrestre	1 753 440	1 753 440	1 753 454	1 753 454
Tierras arables	90 665	96 749	101 002	103 095
Praderas permanentes	21 063	21 870	22 646	
Asia				
Superficie terrestre	2 676 958	2 676 922	2 678 891	2 676 872
Tierras arables	419 225	424 941	426 642	428 405
Praderas permanentes	24 524	25 800	26 143	26 617
Europa				
Superficie terrestre	472 825	472 806	472 803	472 788
Tierras arables	131 173	127 929	127 047	126 647
Praderas permanentes	14 312	14 591	14 574	14 302
Oceanía				
Superficie terrestre	842 906	842 906	842 906	842 906
Tierras arables	42 273	42 862	41 872	45 026
Praderas permanentes	945	961	965	979
URSS				
Superficie terrestre	2 227 200	2 227 200	2 227 200	2 227 200
Tierras arables	227 967	227 800	227 500	277 100
Praderas permanentes	4 908	4 904	4 904	4 866

Anuario FAO de producción (1981)

Tierras arables: Tierras con cultivos temporales, praderas temporales para corte o pastoreo, tierras dedicadas a huertas comerciales o huertos y tierras temporalmente en barbecho o no cultivadas.

Tierras destinadas a cultivos permanentes: Tierras dedicadas a cultivos que ocupan el terreno durante largos períodos y no necesitan ser replantadas después de cada cosecha, como el cacao, el café y el caucho; incluyen las tierras ocupadas por arbustos frutales, nogales y vides, pero excluyen las tierras plantadas con árboles destinadas a la producción de leña o de madera.



- Recoger datos municipales sobre consumo urbano directo o indirecto, carencias, vertidos directos o indirectos y problemas.

Elaborar un esquema del metabolismo urbano.

- Con el documento del anexo 5, debatir las alternativas.

6. El problema del agua. La contaminación

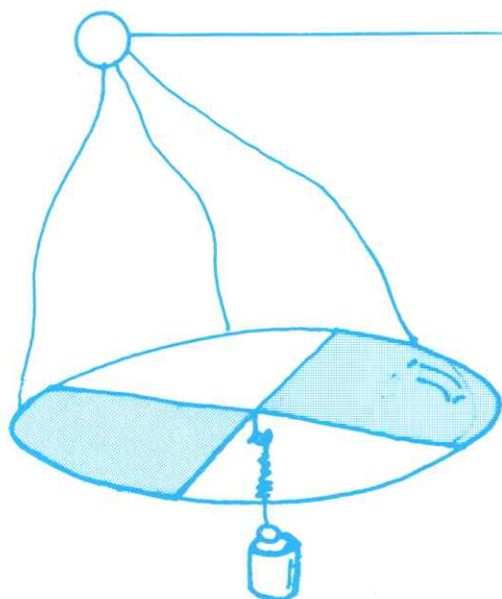
Objetivos

- Distinguir, por medio de análisis físico, químico y biológico, la posible contaminación de una muestra de agua.
- Detectar los efectos que la contaminación produce en el medio ambiente y, en particular, en los seres vivos.
- Reflexionar sobre los abusos del consumo y los problemas derivados.
- Tener conciencia del hecho de que el agua es un bien limitado.
- Tener conciencia de la relación entre los límites del desarrollo industrial y los de los bienes naturales.
- Tener conciencia de la necesidad de solidaridad en el uso del agua entre las personas, las colectividades próximas y lejanas y los estados.

34

Actividades

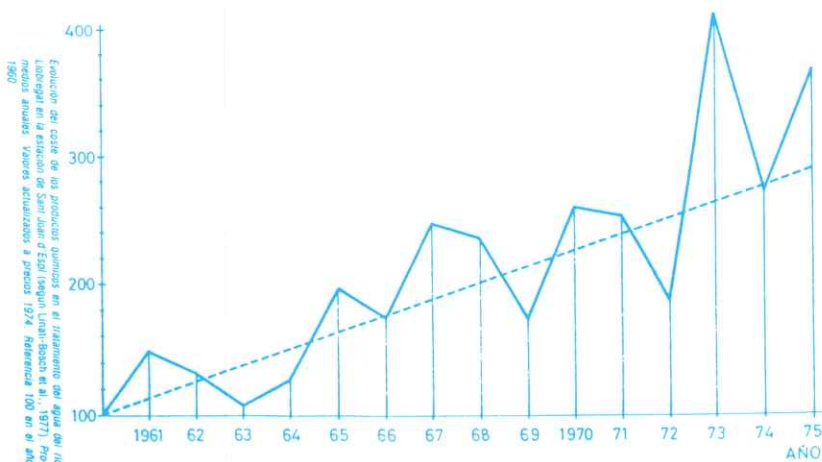
- Realizar el análisis físico del agua de un río o estanque. Tomar muestras a distintas profundidades y medir la temperatura, color, transparencia (disco de Secchi), etc.



Disco de Secchi

- Realizar el análisis químico de muestras de agua de un río o estanque, aguas residuales, etc., pH, dureza, color, cloruros, oxígeno, amonio, materia orgánica, etc. y determinar la importancia de la presencia del oxígeno. (Ver Anexo 6).
- Análisis biológico del agua. Presencia de colibacilos. (Ver Anexo 7).
- Observar determinados invertebrados indicadores del grado de contaminación de las aguas. Así, hay organismos cuya presencia es síntoma de la pureza de las aguas, otros por el contrario pueden vivir en presencia de contaminantes.
- Con los datos anteriores, determinar las condiciones que ha de cumplir el agua para que sea potable.
- Observar los cambios producidos en varias macetas de plantas si se someten a riego con aguas contaminadas con distintos factores y comparar con una planta (misma especie y edad) regada con agua potable.
- Distinguir entre un tramo contaminado y otro no contaminado de un río. Anotar las observaciones químicas, biológicas, etc., y analizar las causas que han determinado la contaminación.
- Hacer una lista de las agresiones al medio ambiente relacionadas con el agua (puede utilizarse la prensa).
- Buscar ejemplos en la prensa y comentar cada uno de los problemas de contaminación de las aguas.
- Imaginar la instalación, sobre cualquiera de las cuencas fluviales simuladas anteriormente, de una estación depuradora de agua, y tras observar los costos que aparecen en la figura, tratar de explicar el sistema de financiación en un plazo largo de años.

35



- Con los datos de la encuesta adjunta, tratar de explicar las diferencias en el grado de percepción de los problemas.

ENCUESTA CALIDAD DE VIDA (MOPU, 1977)

Comparar los resultados de esta encuesta.

<i>Medio Urbano</i>	N.º orden	%
Problemas de escasez de agua	14	11,8
Eliminación de residuos	16	6,6
Alcantarillado	9	22

Medio Rural

Alcantarillado	55	23,7
Escasez de agua	7	19,3
Aguas residuales	10	15,7

La falta de alcantarillado preocupa más a los residentes en pueblos de montaña (38,2%) y a los que menos a los pueblos cercanos a la ciudad (17,9%).

La escasez de agua preocupa sobre todo en los pueblos pequeños (21,1%) y los agrícola-ganaderos (19,1%).

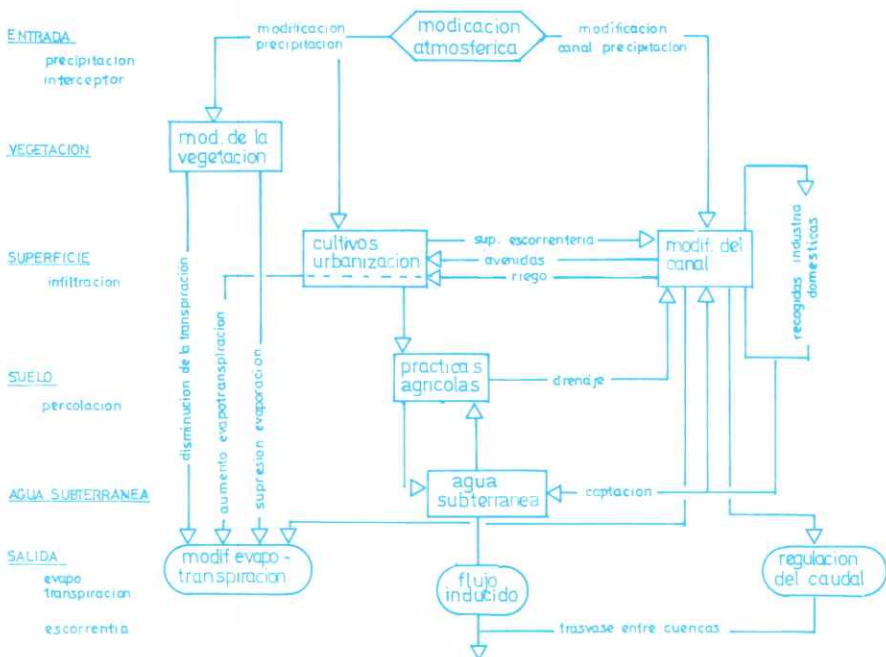
Aguas residuales preocupan más a los pueblos grandes.

Los barrios modestos están más preocupados por la contaminación industrial y por la eliminación de residuos.

36

- Preparar un informe sobre contaminación de las aguas en la localidad o área.
- Visitar una depuradora de agua. De acuerdo con las actividades anteriores, tratar de determinar qué fases ha de cumplir la depuración del agua: floculación, filtración, cloración, etc.
- Entrevistar a un médico sobre las enfermedades que puede provocar la contaminación de las aguas.
- Buscar ejemplos locales o nacionales de destrucción de zonas lacustres o acuáticas. Analizar los factores causantes y las consecuencias. Prever soluciones a corto y largo plazo.
- Establecer un cuadro de factores de intervención humana sobre una cuenca fluvial.
- Añadir al ejemplo de simulación anterior la probable variación en la calidad del agua en varios puntos del río.
- Recoger datos sobre costas españolas con problemas ecológicos y tipificar los distintos problemas analizando causas y consecuencias.
- Buscar un ejemplo completo de destrucción de un ecosistema por la acción humana.

FACTORES DE INTERVENCION HUMANA SOBRE UNA CUENCA FLUVIAL



Dominios de intervencion humana sobre el ciclo hidrológicos (según WARD)

- Hacer una lista de ríos de la tierra no utilizados como recurso humano explicando por qué.
- Calcular la demanda mundial actual sabiendo que en 1975 se calculó entre 1.100 y 1.300 m³/habitante y año y la previsible en el 2030 (probables 14 millones de habitantes). Derivar problemas.
- Analizar el caso español con tablas de:
 - Patrimonio hidráulico
 - Aprovechamiento
 - Población actual
 - Distribución del patrimonio hidráulico
- 1. Calcular el consumo
- 2. Colorear el patrimonio hidráulico por zonas con excedente y zonas deficitarias
- 3. Mapificarlo
- 4. Comentarlo
- 5. Posibles soluciones
- Comentar los artículos de la Constitución.
- Mantener una entrevista con la persona responsable de la política del agua en la localidad.

- Comentar la Carta Europea del Agua.
- Recopilar mediante prensa y hemerotecas las zonas de conflictos internacionales por el uso de aguas continentales.
Reflejarlo sobre un mapa.
Comentarlos.
- Id. sobre conflictos internacionales por el uso de aguas marítimas.

CONSTITUCION ESPAÑOLA DE 1978

- *Artículo 132.2:* Son bienes de dominio público estatal los que determina la Ley y, en todo caso, la zona marítimo-terrestre, las playas, el mar territorial y los recursos de la zona económica y la plataforma continental.
- *Artículo 148.1-3:* Las Comunidades Autónomas podrán asumir competencias en materia de ordenación del territorio, urbanismo y vivienda. Sin embargo, importantes parcelas de este campo pertenecen en exclusiva al Estado.
- *Artículo 149.1:* El Estado tiene competencia exclusiva sobre las siguientes materias:
20º «...iluminación de costas y señales marítimas, puertos de interés general...».
- *Artículo 149.3:* Las materias no atribuidas expresamente al Estado por esta Constitución podrán corresponder a las Comunidades Autónomas en virtud de sus respectivos Estatutos.

38

Código Civil

- *Artículo 338:* Los bienes son de dominio público o de propiedad privada. Los primeros son: 1.º Los destinados al uso público como los caminos, canales, ríos, torrentes, puertos y puentes construidos por el Estado, las riberas, playas, radas y otro análogos.

CARTA EUROPEA DEL AGUA

Proclamada por el Consejo de Europa en Estrasburgo el 6 de mayo de 1968.

Principios:

- I. No hay vida sin agua. Es un bien valioso, indispensable para todas las actividades humanas.
- II. Los recursos de agua dulce no son inagotables. Es imprescindible preservarlos, controlarlos y, si es posible, acrecentarlos.
- III. Alterar la calidad del agua, significa perjudicar la vida del hombre y de los demás seres vivos que dependen de ella.
- IV. La calidad del agua debe preservarse en niveles adaptados a la utilización a la que esté destinada y debe satisfacer las exigencias de la salud pública.
- V. Cuando el agua, tras haber sido utilizada, sea devuelta a su medio natural, no debe poner en peligro los usos ulteriores, sean públicos, o privados, a los que se destine.

- VI. La conservación de una cubierta vegetal adecuada, preferentemente de tipo forestal es esencial para la conservación de los recursos de agua.
- VII. Los recursos de agua deben ser objeto de inventario.
- VIII. La gestión correcta del agua debe ser objeto de un plan diseñado por las autoridades competentes.
- IX. La conservación del agua implica un esfuerzo creciente de investigación científica, de formación de especialistas y de información pública.
- X. El agua es un patrimonio común cuyo valor debe ser reconocido por todos. Todo el mundo tiene el deber de economizarla y de utilizarla con cuidado.
- XI. La gestión de los recursos del agua debería inscribirse en el marco de la cuenta natural más que en el de las fronteras administrativas y políticas.
- XII. El agua no tiene fronteras. Es un recurso común que requiere de una cooperación internacional.

7. Manifestaciones culturales en torno al agua

Objetivos

- Recopilar manifestaciones culturales.
- Resaltar la importancia que el hombre ha concedido a este producto.

Nota: Estas actividades pueden utilizarse como motivación inicial en unos casos o como síntesis en otros.

Actividades

- Recoger refranos locales o dichos populares relacionados con el agua.
- Recoger historias populares o leyendas, tanto religiosas como laicas, relacionadas con fuentes, manantiales, ríos, etc.
- 40 — Recopilar fragmentos literarios en prosa o verso relacionados con el tema.
- Analizar mitos clásicos relacionados con el agua como Poseidón, Afrodita, Océano, Las Nareidas.
- Destacar aquellas actividades artísticas que necesitan agua para su realización.
- Comentar una de las obras impresionistas de tema acuático.
- Relacionar los rituales religiosos y el agua (bautismo, abluciones rituales, etc.).
- Recopilar fiestas locales relacionadas con el culto a las aguas.
- Hacer un informe sobre la importancia del agua en la arquitectura islámica.
- Hacer un trabajo sobre la representación del agua en la pintura.
- Recoger canciones populares relacionadas con el agua.
 - Recopilar en magnetófono
 - Analizar y tipificar
 - Comentar
- Escuchar composiciones modernas sobre el tema y comentarlas.
 - «Las Aguas», Planeta-Tierra de Ana-Belén
 - «Mediterráneo» de Serrat

- Escuchar y comentar composiciones clásicas sobre el agua.
 - Haendel «Música Acuática»
 - Smetana «El Moldava»
 - Falla
- Recoger todas las noticias de prensa que a lo largo de un período de tiempo tengan relación directa con este tema. Clasificarlas y hacer una memoria.
- Recopilar anuncios o propaganda relacionados de alguna forma con el tema del agua, desde anuncios de aguas minerales hasta urbanizaciones en las que se adjudique valor a su disponibilidad de agua.
Comentarlos.

Anexo 1

EL AGUA Y LA SALUD

Almusafes, dice: Que se han excedido en hacer planteles de Arroces, y Arrozares, cercanos á la Villa por la parte de Poniente, y Cierzo, haviendo quedado la Población en medio de los Arrozares, cuyas aguas detenidas, juntamente con las humedades del año, han ocasionado una Epimiedia tan fatal, que no la han visto igual los vecinos de mayor edad, ni lo han oído á sus antecesores: haviendo llegado á tal extremo la ceguedad de las gentes, en aumentar Tierras Arrozares, que saliendose del costo señalado en el año mil setecientos cinquenta y tres, arrancan Oliváres, Morerales, y aplican á los Arrozos, Tierras preciosísimas, y fertilísimas para otras cosechas utilísimas, y necesarias, que copiosamente daban sus frutos; añadiendose á ésto, que inutiliza las tierras contiguas, por las humedades que las penetran, y no cesan de su parte en aproximarse á las Poblaciones, empobreciendo mas de cada día por lo costoso de semejante cosecha, y abandono de las otras tierras preciosas, que poco fructifican, por la falta de labor, y preparaciones necesarias, acarreadose en sumo grado tantas enfermedades, y la misma muerte, contra todo lo que dicta la razon, contra la mente de nuestro Monarca, contra nuestro mismo fertilísimo, y abundante Reyno, y contra todos los bien intencionados que les ponen delante todos estos daños.

42

Alginét manifiesta: Que en su Término, é inmediaciones del Pueblo, se hallan estancadas aguas en bastante copia, y algunas Acequias que corren descubiertas por las calles, que por no limpiarlas, ó cubrirlas inficionan el ayre; y lo que es mas, el abuso de muchos vecinos que tienen balsas de aguas en los Corrales de sus propias casas para hacer estiercol.

«REPRESENTACION De la Diputación de Sanidad de esta ilustre Ciudad de Valencia, a la Suprema Junta, con motivo de la epidemia de Tercianas, padecida el otoño del año 1784 en algunos pueblos del Reyno...», págs. 20-21.

LA MORTALIDAD, LA SANIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE

La mortalidad constituye, según la clasificación de Malthus el freno positivo, el cual venía dado por la miseria. Así pues, Malthus se refería fundamentalmente, al hambre y sus consecuencias y a la mortalidad epidémica y endémica. Deja fuera toda una serie de patologías y morbilidades que pueden entrar en el apartado de causas ordinarias.

Por otro lado, Malthus tampoco supo prever los efectos que sobre la salud producían la revolución industrial y agrícola, y por ello que el descenso experimentado por la mortalidad se convirtiera en la auténtica causa de la «explosión demográfica».

Hay una clara relación entre la mortalidad, la sanidad y el medio ambiente. Como se sabe Max Sorre utiliza el término de complejo patógeno. Como dice Pierre George, «su estudio es el de un análisis del medio ambiente aplicado al medio natural en el cual

las colectividades humanas deben vivir en un determinado sector del globo». En todos los lugares, el hombre se halla expuesto (y sobre todo se hallaba en un pasado más o menos inmediato) a infecciones, contagios y contaminaciones. Contagios que pueden ser transmitidos por el agua, el aire, las heces o por contacto con personas y objetos infectados. Hay, asimismo, una directa relación entre clima y sanidad, lo cual se ha denominado por Georges Olivier «patología climática». El clima y sus variedades actúan sobre los recursos humanos, en muchas ocasiones, de una forma indirecta. El calor húmedo de las regiones ecuatoriales y tropicales favorecen el desarrollo de microorganismos patológicos y vectores, los que dan lugar a morbilidades que existen en estado endémico. Las regiones templadas parece que son favorables al organismo humano, pero la cada vez mayor concentración humana, con el hacinamiento, escasa infraestructura general, etc., determinan el desarrollo de epidemias. Diferenciamos por un lado una mortalidad y morbilidad de carácter endémico, epidémico y en general, infeccioso, exógena siempre y, por tanto, reductible con una mejora de la sanidad y de la higiene; de otro, una morbilidad (y mortalidad) relacionada asimismo con el medio ambiente, propia de las sociedades desarrolladas, industrializadas, que se debe al ritmo de vida, stress, contaminación de las aguas, del aire por los agentes poluentes de la industria, el automóvil y los hogares domésticos, vertidos radioactivos, ruido (que causa numerosos accidentes laborales), lo que ha llamado André Gorz, una medicina que se ha convertido en una industria hipertrofiada (caso del Piramidón, por ejemplo). Las epidemias del pasado se han sustituido por otras modernas, tales como las enfermedades cardiovasculares, hipertensión, cáncer, diabetes, problemas psíquicos, etc. Las enfermedades, como dice Gorz, «aparecen y desaparecen en función de factores relacionados con el medio, la alimentación, el hábitat, el modo de vida y la higiene».

MARTÍN RUIZ, J. F.

«El medio ambiente desde la perspectiva de la Geodemografía»
en «Geografía y Medio Ambiente»
MOPU, 1983, págs. 183 y ss.

43

Anexo 2

USO ENERGETICO DEL AGUA: LA MOLTURACION O MOLIENDA DE LOS CEREALES

El molino más simple y más antiguo, usado durante más de un milenio, es el molino de muelas. Consta de dos muelas o discos de piedra, una de las cuales (volandera) gira sobre otra fija (solera). El grano pasa entre las dos, siendo generalmente vertido por un agujero dispuesto en la volandera.

Más tarde, se molió el grano en molinos de agua y en molinos de viento, que hoy van siendo sustituidos, cada vez más, por los grandes molinos movidos eléctricamente y que en vez de piedras utilizan rodillos.

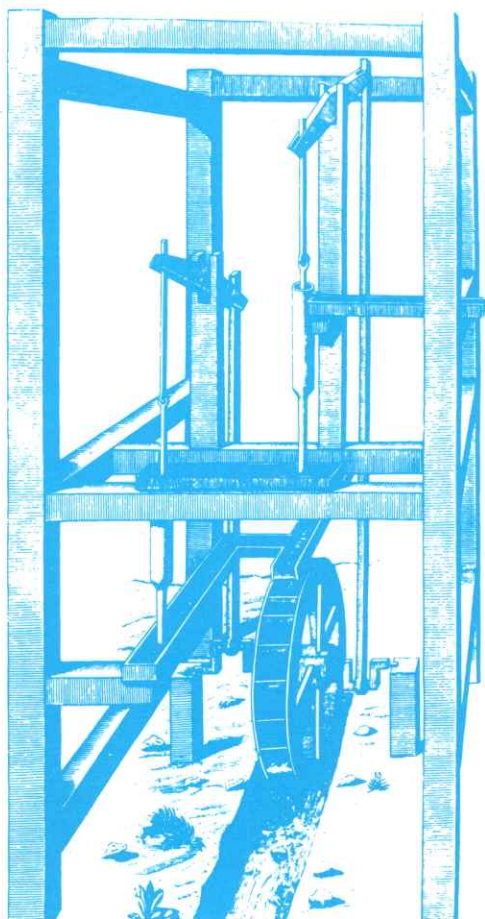
En los molinos de agua, ésta fluye a través de un canal, cayendo sobre las palas (rueda hidráulica de admisión superior); cuando el agua mueve las palas desde abajo, se trata de rueda de admisión inferior. El rápido movimiento de giro de las ruedas es transmitido a las muelas. Una compuerta regula el flujo de agua o deriva el apoyo a otro lecho cuando el molino ha de detenerse...

Los molinos de viento se sitúan sobre colinas o en llanuras como La Mancha. Las aspas de un molino de viento han de poder desplazarse para ser orientadas en la dirección de aquél. Las aspas están apoyadas sobre un eje, que gira con el movimiento de aquéllas, transmitiendo dicho movimiento a una gran rueda dentada, ésta transmite el giro al piñón, el cual, a su vez, pone en movimiento las muelas situadas en la caja. Las superficies de rozamiento de la muela inferior y superior están estriadas.

El molinero echa el grano en el embudo, pasando de aquí lentamente a las muelas. De allí pasa al clasificador, que es una especie de criba, en donde se separa la harina gruesa de la fina que caen en distintos recipientes. Para clasificar la harina antiguamente se empleó el cedazo, recipiente de mallas muy finas donde se echaba la harina y se sacudía —cernía—, cayendo la fina a través de las mallas y quedando dentro la gruesa. Una vez clasificada, se almacena en costales.

Estas técnicas no progresaron hasta finales del siglo xvii con la introducción de la molturación gradual y el cernido, perfeccionados luego con los molinos de cilindros que aparecieron en Hungría hacia 1830 y que reemplazaron a las muelas en la mayor parte de los países. Posteriormente la molturación ha experimentado continuas modificaciones y mejoras traducidas en la total automatización, con el consiguiente aumento de rendimientos. En este sentido cabe destacar el proceso llamado turbomolturación, que permite con un golpe preciso fragmentar las proteínas protoplásticas en partículas de dimensiones muy reducidas con respecto al almidón que permanece más íntegro; seguidamente, por ventilación, se separan harinas de dos tipos, una abundante en proteínas (hasta un 20%) y la otra más escasa (6%).

En las modernas instalaciones molturadoras, el proceso comprende diversas operaciones: limpieza, a fin de preparar el grano pulido y acondicionarlo para las siguientes



fases; trituración, para obtener del grano sémolas gruesas y finas; separación, con objeto de extraer de las sémolas el salvado adherido; y cernido, para obtener de las sémolas harinas finas y subproductos.

El proceso de limpieza se realiza mediante separadores, cedazos para grano y taradores, que eliminan las impurezas de insistencia y dividen los granos según el volumen; luego se utilizan los cernedores de diversos tipos (de tambor, o de disco), que separan las semillas por su forma, y finalmente los aparatos magnéticos, que extraen eventuales partículas metálicas y completan la fase de limpieza.

Posteriormente, en el proceso de lavado, se utiliza una máquina, que está constituida por un recipiente paralelepípedo o cubeta, en donde el grano se lava y separa de las piedrecillas y mantillo todavía presente, y una columna secadora, que deja el grano con una humedad inferior a 16-18%. El material pasa a continuación a las cajas de reposo, y después de algunas horas, se le somete nuevamente a la acción de los bastidores, taradores y separadores magnéticos. A veces, el grano es sometido a un calentamiento (35-50°C) en aparatos llamados acondicionadores. Todo este proceso de molturación se controla y programa automáticamente.

«Casa del Maestro»,
Gijón

Anexo 3

USOS DEL AGUA A LO LARGO DE LA HISTORIA

45

Documento 1: «GEOGRAFIA» DE ESTRABON

Volviendo, pues, a la costa, poco más adelante está el puerto llamado de Menesteo (Puerto de Santa María) y los *esteros* o rías de mar que llegan a tocar en Asta y Nebrija. Llámense *esteros* unos valles o profundidades que el mar, en su creciente o afluencia, llena de sus aguas, por los cuales así bien que por los ríos se navega hacia lo interior y se aporta a las ciudades que están asentadas junto a ellos. Más adelante están las bocas del Betis, que entra en el mar dividido en dos brazos, y una isla que se reforma en medio de estos dos brazos, dista de la orilla del mar unos cien estadios o algo más, como quieren algunos. Allí mismo está el oráculo de Menesteo (Sanlúcar de Barrameda), y sobre un peñasco, rodeado todo del mar, está la torre de cepión (Chipiona), edificada a manera de canal, de una construcción admirable y de grande utilidad para los navegantes. Pues como quiera que el fango que baja el Betis causa bajíos en el mar, elevando el fondo, fue conveniente señalar el peligro con alguna señal bien patente. Desde aquí se navega por el Betis hacia arriba, y se encuentra la ciudad de Eborá (cortijo de Eborá) y el templo de Lucero, al que llaman los latinos *Pucem dubiam*.

Continuando por la costa se ven otros esteros navegables y después de ellos dos bocas del Ana, por las que se entra navegando río arriba; y pasado dicho río el mismo punto del continente y de la Turdetania es el Promontorio Sagrado, el cual dista de Cádiz dos mil estadios, con corta diferencia. Algunos cuentan desde el Sacro hasta el Ana unas setenta millas; desde aquí al Betis, ciento, y desde aquí a Cádiz, setenta.

Sobre la costa, pues, que se extiende desde la boca interior del Ana está asentada la Turdetania, cuya región baña el río Betis. Sirvenle de límites por el Occidente y por el Norte el mismo río Ana; por su Oriente, algunas ciudades carpetanas y los oretanos; por el Mediodía, unos bastetanos, que, entre Calpe y Cádiz, habitan una estrecha faja de

tierra. Desde Cádiz va siguiendo la costa hasta el Ana, y aquí están aquellos bastetanos que dijimos unidos al campo turdetano; luego viene la Turdetania, que está más allá del río Ana, y otros pueblos colindantes.

La extensión de esta región, tanto en su longitud como en su latitud, es cuando más de dos mil estadios; pero las ciudades que contiene son en tanto número, que algunos las hacen subir hasta doscientas; las más célebres y ricas son las que están colocadas a las orillas de los ríos, en la costa del mar y junto a los esteros, por la comodidad para sus negocios y por la facilidad de surtirse de modo lo que necesitan.

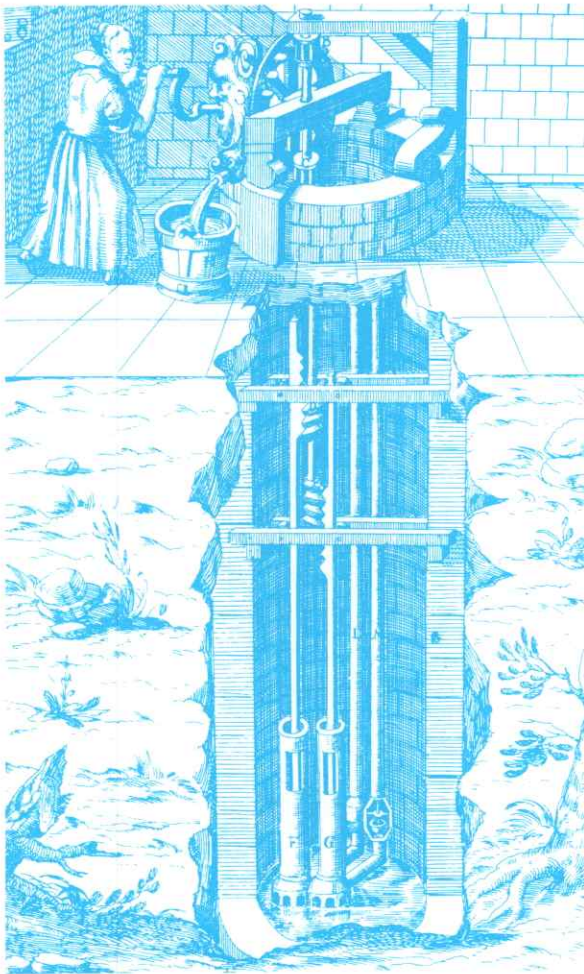
Entre todas la que más aumento ha recibido es la de Córdoba, tanto en la celebridad como en el poder, la cual fue engrandecida por Marcelo. Igual a Cádiz; ésta, a causa de su grande marina y por los tratados de confederación que tiene con Roma; y aquélla, por la fertilidad de sus campos y por las muchas ventajas que le proporciona el Betis, y porque desde su principio ha sido habitada por los varones más selectos de entre los romanos y de entre los naturales, y fue la primera colonia que trajeron los romanos a esta tierra. Después de ésta y de Cádiz, la que sobresale es Hispal, que también es colonia de romanos; y aunque ambas son emporio para el comercio, no puede disputarle aquélla a la ciudad Betis el honor, habiendo sido colonizados últimamente en ella los soldados de César, aunque sus edificios no son de los más brillantes.

Muchos son los pueblos que están colocados a una y otra orilla del Betis, y se sube navegando por él por espacio de mil y doscientos estadios; esto es, desde el mar hasta Córdoba y aún algo más arriba; y tanto la campiña que está contigua como ciertas isletas que se forman están cultivadas con el mayor esmero y pericia, de modo que ya los sotos o lucos, ya los otros plantíos de árboles y el cultivo de los campos, presentan una amena y deliciosa vista. Desde el mar hasta Hispalis se sale navegando con buques grandes por espacio de unos quinientos estadios. A las ciudades más altas y hasta Ilipa se navega con barcos menores, y a Córdoba se llega con lanchas de río, al presente construidas de muchas piezas y calafateadas, y antiguamente de un solo tronco enhuequeado. Más de allí arriba, hasta Castulón, no se puede en manera alguna navegar.

Fronteras a este río, y paralelas a él, se presentan las lomerías de una cadena de montañas más o menos inclinadas hacia el Norte, que son abundantísimas en todo género de metales; y, en efecto, las que están vecinas a Ilipa son abundantísimas en minas de plata, y no lo son menos las que, vecinas a Sisapon (Valdeazogue o Almadén) tanto el antiguo como el nuevo y en las montañas llamadas las Cotinas (El Pedroso), de una misma mina se sacan el oro y el cobre. Estos montes son los que caen a la izquierda de los que suben navegando por el río; y a mano derecha se presenta una grande y eminente llanura, de gran fertilidad, plantada de grandes árboles y que ofrece excelentes pastos. Navegando río arriba se encuentran algunos otros ríos capaces de navegación —el *Menoba* y el *Singilios*—, aunque no con buques tan grandes ni a tanto trecho como se sube por el Betis. Por la parte de arriba se hallan montañas abundantísimas en vetas de oro y plata, y se dilatan hasta tocar con el Tajo; y ya se sabe que los montes que abundan en metales son por lo común ásperos y estériles; así son los de la Carpetania y sus vecinos, y aun los de la Celtiberia; tales son también los de la Beturia, cuyos campos, que van a tocar con el Ana, son harto secos y estériles. Mas en la Turdetania nada de esto se verifica, pues al mismo tiempo que suministra tanta cantidad de plata y oro, es prodigiosa su abundancia en todo género de cosechas.

Esa feracidad y variedad de frutos dobla su valor y riqueza por medio de la exportación de la exportación, y la multitud de marineros contribuye al pronto despacho de los artículos sobrantes. Facilitan este comercio no sólo los ricos, sino que también el mar, que se introduce por los esteros y los hace navegables como los ríos, desde su orilla hasta las ciudades mediterráneas, adonde se llega aun con grandes buques. La costa que hay entre el Sacro Promontorio y las Columnas en su mayor parte está contigua a las tierras llanas, y en toda ella hay muchos valles u honduras, desde el mar hacia lo mediterráneo, en las que se mete el mar, subiendo por espacio de muchos estadios, y se navega por ello como por cauces y canales medianos, y no sólo con tanta, sino con mayor comodidad que por los ríos, porque los barcos caminan y llegan a los

puertos sin obstáculo alguno; antes bien el mar, entrando tierra adentro, favorece el movimiento de los buques, como cuando se navega río abajo. En esta región son más fuertes y mayores las invasiones del mar en los esteros que en otra parte; y es la causa que al entrar el grande Océano en el estrecho canal que forma la costa mauritana, frontera de la iberia, encontrando estorbos y estrecheces, retrocede, viéndose comprimido, y resalta hacia la costa, afluyendo con más abundancia y facilidad hacia las partes bajas de la tierra. Algunos de estos valles, al hacer el mar su refluo, quedan exhaustos enteramente de agua; otros nunca quedan del todo en seco; algunos esteros hay en medio de los cuales se forman isletas. A este tenor, pues, son todos los esteros que hay entre el Promontorio severo y las Columnas, mayores (Umbrete) siempre aquí que en cualquiera otra parte de la tierra; y, por lo mismo, tales inundaciones ofrecen a la navegación grandes comodidades, y son a veces tales y tan grandes, que hasta ocho estadios suelen levantarla las aguas, de modo que casi toda la región se hace navegable, tanto para la importación como para la exportación de los carguíos.



La mayor parte de su comercio lo hacen los turdetanos con la Italia y con Roma, por ser cómoda la navegación desde aquí a las Columnas, excepto si el estrecho ofrece alguna dificultad o el alto mar que está hacia nuestras tierras, pues tales expediciones se hacen por un clima benigno, en especial cuanto más se engolfen por alta mar; en donde las naves marchan con más seguridad, los vientos soplan con cierto período y, sobre todo, facilitan al comercio la paz pública, exterminando los piratas, con lo que los marineros hacen sus viajes sin recelo, con placer y seguridad. Cierta cosa particular se observa, como dice Posidonio, en la navegación que desde la Iberia se hace hasta la

Italia, y es que en este mar hasta el golfo de Cerdeña soplan vientos sobrosolanos, llamados Euros y también Etesias, por cuya razón, como anduviese él mismo errante, arrojado hacia las Gimnesias, hacia Cerdeña, y otra vez hacia la costa de Africa, apenas después de tres meses de navegación pudo aportar a Italia.

Los artículos de comercio que se extraen de la Turdetania son trigo, mucho vino, abundante y exquisito aceite, cera, miel, pez y granos de púrpura, minio o bermellón, que no es de inferior calidad a la tierra sinóptica. En los puertos se reúne mucha madera de construcción de la propia región, y, por fin, mucha sal fósil, además de la que en grande abundancia dan los ríos y fuentes saladas, que son muchas. También se extraen varios escabeches de pescados marinos, no solamente de la costa turdetana, sino que también de la otra, que está a la parte de acá de las Columnas, de las que no me atrevo a decir que sean inferiores a las del Ponto. Tiempo atrás se traían de allí muchos vestidos o ropas de llevar; ahora nos viene aún la lana de los carneros llamados coraxos, la cual es de una belleza incomparable, de modo que un carnero padre se compra hoy por un talento para conservar la casta.

También nos vienen de la Turdetania tejidos abundantes y finos, cuales son los que fabrican los salaciatas.

Abunda también todo género de ganados y de aves de caza, siendo muy raros los animales dañinos, si se exceptúan los conejos, que algunos llaman *lebridas*. Estos animales, mimando las tierras, arruinan los plantíos, devorando sus raíces y sus semillas, lo cual sucede en casi toda la Iberia...

Cuán grande sea el comercio de la Turdetania y cuánta la abundancia de los artículos de extracción se deja conocer por el número y magnitud de sus naves. Grandísimas son las que vienen a Puteolos y a Ostia, que es el puerto de Roma, las que en su número y grandeza pueden competir con las naves líbicas o africanas.

48

Y siendo tal la abundancia de los artículos de la tierra, no es menos la de los géneros de mar, en que trata la Turdetania. Porque en todos los puntos del mar exterior se hallan las ostras y todo género de pescado concháceo mayor, y en más abundancia que en todas las otras partes, a causa de ser allí mayores los flujos y reflujos del mar, cuyo continuo movimiento es causa de su mayor mole y multitud. Lo mismo acontece con los cetáceos, como son los orices, las ballenas fisiteras, los que cuando respiran levantan una niebla que a lo lejos parece una columna; y los congrios y morenas, que son mayores que los de nuestro mar, y otros semejantes, de los que se sirven en las mesas.

En Carteya se pescan cericas o morenas y púrpuras de a diez cotilos, y en algunos puntos del mar exterior morenas y congrios de peso de ochenta minas; pólipos que pesan un talento; calamares de a dos colos, y a este tenor otros pescados. Todos vienen a rebaños, atraídos por el calor de la costa del Océano, los grasos y sustanciosos atunes, los cuales se hacen más grasos y pingües con una especie de bellota que da un arbusto bajo y rastroso propio de aquel mar y que da mucho fruto, el cual también se cría en abundancia en la restante tierra de la Iberia. Tales arbustos echan largas raíces, como si fueran altas carrascas; y es tal la copia de fruto que dan, que en habiendo llegado a su madurez, toda la costa, tanto la que está a la parte de allá de las Columnas, como la de acá, se llena de bellotas, las que el flujo del mar va sacando a la orilla, bien que en la costa interior es menor la copia que en la exterior... Los atunes, cuanto más se acercan a las Columnas, tanto más se enflaquecen, a proporción que es menor la copia de bellotas.

Y siendo la Turdetania tan feraz en los frutos y cosechas, no lo es menor, antes más, y de un modo que causa asombro, lo es en la abundancia; pero no toda es copiosa en las cosechas, y rara vez sucede que donde abundan los metales abunden también las cosechas. También es cosa rara que en un corto trecho de terreno se encuentren muchas especies de metales...

Elogiando Posidonio ya la abundancia de los metales de esta región, ya su excelente calidad, parece no poder contenerse dentro de los límites de su acostumbrada retórica;

antes bien, como si hablase inspirado, se entusiasma con las frases más hiperbólicas. «No tengo —dice— por increíble la fábula en que se cuenta que, abrasados por un incendio los montes y las selvas, la Tierra, preñada de un modo extraordinario de oro y plata, arrojó a la superficie una lava de estos metales: de suerte que los montes y la tierra se convirtieron en la materia de la moneda, que una superabundancia de prosperidad había acumulado en ellos sin escasez ni envidia; así es que quienquiera que considere la calidad y naturaleza de esta tierra la tendrá por un perenne tesoro o por un erario de majestad imperatoria que nunca se agota. Por tanto, esta región no sólo se puede llamar rica, sino riquísima. Y puede decirse con verdad que debajo de la tierra de los turdetanos no están los infiernos, sino Plutón, el dios de las riquezas.»

**Documento 2: MOHAMED-AL-EDRISI:
«RECRO DE QUIEN DESEA RECORRER EL MUNDO» (SIGLO XII)**

Talavera, Toledo y Madrid

Talavera es una gran villa construida en la orilla del Tajo; el castillo está perfectamente fortificado y la villa es notable por su belleza, su extensión y la variedad de sus producciones. Los bazares son dignos de verse y las casas están agradablemente dispuestas; un gran número de molinos se elevan sobre las aguas del río. Capital de una provincia importante, Talavera está rodeada de campos fértiles. Sus barrios son hermosos y antiguos, y se encuentran allí monumentos de remota antigüedad. Está situada a setenta millas de Toledo.

La villa de Toledo es una capital no menos importante por su extensión que por el número de sus habitantes. Fuertemente asentada, está rodeada de buenas murallas y defendida por una ciudadela bien fortificada. Ha sido fundada por los amalecitas. Está situada sobre un cerro y hay pocas villas que puedan comparar con ella por la solidez y la altura de los edificios, la belleza de los alrededores y la fertilidad de sus campos, regados por el gran río llamado Tajo. Se ve allí un acueducto muy curioso, compuesto de un solo arco, por debajo del cual las aguas corren con un gran violencia y hacen mover, en la extremidad del acueducto, una máquina hidráulica que hace subir las aguas a noventa estadales de altura; llegadas a lo alto del acueducto siguen la misma dirección y penetran después en la ciudad.

49



DIENJO R. GARCIA-PALLOS. D^o 1992

EL ARTIFICIO DE JUANELO. MUSEO DEL ALCAZAR Y BRITISH MUSEUM.

**Documento 3: AIMERICO PICAUD:
«CODICE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA» 1123**

De los ríos buenos y malos que hay en el camino de Santiago

Estos son los ríos que hay desde los puertos Ciséreo y Asperos (*de Cize y Somport o de Aspe*) hasta Santiago. De los puertos Asperos procede el río de saludables aguas nombrado Aragón, que riega España; de los puertos Ciséreos sale el río sano que muchos llaman Runa (*¿Ulzama?*) y corre por Pamplona; por puente la Reina corre el Arga, a la vez que el Runa. Por el sitio que en la región oriental llaman Lorca corre el río que se llama Río Salado, donde procura que no beban tu boca ni tus caballos, porque es río letal; cuando íbamos a Santiago encontramos en su orilla a dos navarros sentados, afilando sus navajas, según costumbre, para desollar las bestias de los peregrinos que beben aquella agua y se mueren, los cuales, a nuestras preguntas, dijeron, mintiendo, que era sana para beber; por lo que dimos de beber de ella a nuestros caballos, y, al instante, murieron dos, a los cuales al punto desollaron. En Estella corre el Aiega (*Ega*); su agua es dulce, sana y óptima. Por la villa que llaman Arcos (*Los Arcos*) corre agua letal, y pasado Arcos por la primera hospedería, a saber: entre Arcos y la hospedería corre agua venenosa para las bestias y los hombres que beben de ella. Por la villa que llaman Torres, en tierra de navarros, corre un río letífero para las caballerías y los hombres que en él beben. Después, por la villa llamada Covas, pasa también un río mortífero. Por Grugno (*Logroño*) corre agua ingente, Ebro por su nombre, que es sana y abunda en pescado. Todos los ríos que hay desde Estella a Grugno está probado que son venenosos para beber hombres y bestias y sus peces para comer.

Si en alguna parte de España y Galicia comiereis el pez que el vulgo llama barbo, o el que los del Poitou llaman *alosa*, y los italianos *clípi*, o anguila, o tenca, sin duda, o moriréis próximamente o enfermaréis. Y si alguno acaso comió y no enfermó fue por esta razón: o que es más sano que otros, o que en aquella tierra permaneció largo tiempo, pues todos los pescados y las carnes vacunas de toda España y de Galicia comunican extrañas enfermedades.

Sin embargo, hay ríos que son dulces y sanos para beber, que con estos nombres vulgarmente se declaran: El Pisuerga, agua que pasa por Puente Fiterie (*Itera del Castillo*); el Carrión, que pasa por Carrión; el Cea, por Sahagún; el Alsela (*Esla*), por Mansilla; el Porma, por la gran puente que está entre Mansilla y León; el Turio (*Torio*), que pasa por León, por el Castro de los Judíos; el Bernesga, que corre junto a la misma ciudad, por la otra parte, hacia Astorga; el Sil, que pasa por Ponferrada, en Valverde; el Cua, por Cacabelos; el Cárcel, que corre por el valle de Cárcel (*Valcárcel*); el Miño, que pasa por Puente Miña, río que dista de la ciudad de Santiago dos millas en el frondoso lugar que llaman Lavaméntula, por razón de que en él la gente francesa peregrina que se dirige a Santiago suele lavar, por amor al Apóstol, no sólo sus miembros viriles, sino también la inmundicia de todo su cuerpo, despojándose de sus vestidos. El río Sar, que corre entre el Monte del Gozo y la ciudad de Santiago, es sano, de aguas saludables; hay también el río Sarela, que corre por otra parte de la ciudad, hacia Poniente; se dice que es sano.

Describí así estos ríos para que los peregrinos que van a Santiago cuiden evitar de beber los que son letales y sepan elegir los que son sanos para ellos y para sus caballerías.

Documento 4: CAMILO BORGHESE (1594)

Madrid

La ciudad de Madrid, denominada de la voz morisca Magerit, que quiere decir lugar de vientos, donde reside la Corte, está situada en el reino de Castilla la Nueva. Es bastante grande, llena de habitantes, que aseguran que componen 50.000 fuegos. Hay la

calle larga, la cual sería hermosa si no fuese por el fango y las porquerías que tiene. Está situada en colinas y en muchos lugares llena de cuestras. Las casas son malas y feas, y hechas casi todas de tierra, y, entre las otras imperfecciones, no tienen aceras ni letrinas: por lo que todos hacen sus necesidades en los orinales, los cuales tiran después a la calle, cosa que produce un hedor insoportable; y ha obrado bien la Naturaleza, que en aquella parte las cosas odoríferas están en abundancia, que de otro modo no se podría vivir; donde si no se usase diligencia para limpiar frecuentemente la calle, no se podría andar, aunque a pesar de eso no es posible andar a pie.

Documento 5: BARTOLOME PINHEIRO DA VEGA MANUSCRITO DEL MUSEO BRITANICO (S. XVII)

En cuanto a pescado, siendo Valladolid como es, población mediterránea, hay generalmente escasez y carestía, aunque viene alguno de Vizcaya, que llaman merluza; si bien preciso es decir que rara vez y de milagro llega bueno. También suele venir otra clase de pescado, mas ninguno bueno. Sólo en Cuaresma hay besugos que vienen de Santander en gran abundancia y fresquíssimos, que valen a 30 maravedís y aun a 20 el arrelde. En cuanto a mí, debo decir que ningún pescado de mar me sabe mejor ni tan bien, aun comprendido el de Portugal, que es excelente. Pesan de ordinario los besugos dos arrelde y medio a tres cada uno; parécense a nuestras carpas en la vista, mas en sabor y blancura son como los salmonetes. Ni tampoco falta en Valladolid salmón fresco, si bien cuesta a ocho veintenes el arrelde, y no es muy bueno que digamos. Asimismo se halla escabeche de ostras, de besugos y de sardinas, y lenguados durante todo el año, sin que falte ni un solo día.

Pero lo más notable es el infinito número de truchas que vienen de Burgos y de Medina de Rioseco, porque nunca llegué yo a comprender, ni se puede concebir, cómo en ciertos días la mitad de la población las come y se alimenta casi exclusivamente de ellas, como si fueran pescado de mar; y así, un día, en San Pablo, oí dar orden a los tratantes que llevasen cuatro o cinco arrobas de ellas para la comunidad, como en efecto lo hicieron, cosa que parece materialmente imposible, que de un río se puedan pescar en un día cuatro arrobas y al siguiente día otras tantas. Muchas de estas truchas pesan varios arrelde, y no pocas son espantables a la vista por lo crecidas. En cierta ocasión, el duque de Lerma envió una de regalo a los frailes (de San Pablo), puesta en un gran tablero, y cuando la cortaron en trozos hubo para comer 80 frailes de la comunidad, teniendo éstos motivo sobrado para contar el caso. Repito que una de las cosas que más asombro me dio en Valladolid fue el infinito número de truchas con que se halla en todo tiempo abastecido su mercado.

Hay además muchos barbos de río, en crecida cantidad, que pesan, uno con otro, tres o cuatro arrelde; y así es que en un solo brazo del río que pasa por detrás de San Jerónimo la pesca se arrienda anualmente por 1.300 ducados.

Asimismo es de notar la inmensa cantidad de ranas que se venden en Valladolid, sin que por eso falten los caracoles, cosa que yo nunca pude comer y no me gusta nada... Pescado seco y *chitoes* (¿calamares?) de Galicia son mejores que los nuestros.

Además de estos manjares simples, hay los compuestos, aderezados en las cocinas de señores particulares, donde siempre, y a todas horas, se hallan empanadas, tortas, frutas en almíbar y todo género de alimentos, como tengo dicho al lamentarme de la expulsión de dichos figones, que fueron sustituidos por las cocinas particulares y por más de 50 casas de comidas distintas, con su mesilla a la puerta y un anuncio de que allí se prepara todo género de manjares y *se guisa de comer*.

Con estos platos, aunque mal guisados, he cumplido con la comida de boda de nuestra doncella, porque en cuanto a dulces y confituras de todo género, y a las tiendas en que éstas se venden, ya al tratar de este asunto me parece que dije lo bastante. Con este postre, pues, sigamos adelante con nuestra descripción.

Así, pues, demos agua para las manos, y hablemos de los vidrios de Valladolid, que son realmente cosa bellísima y se pueden ir a ver, aun cuando no sea más que para recrear la vista: vidrios de grandísimo tamaño, como cántaros de todas hechuras y colores. Otros hay que llaman *penasos*, a manera de cantimploras, que vierten agua con pena y trabajo; retortas de mil invenciones, que en Lisboa nunca se logran ver y, sin embargo, no son demasiado caras en Valladolid. Del mismo modo nuestros búcaros de Estrémox, cosa que en Valladolid se gasta mucho, y otros de Palencia que en nada se diferencian de los nuestros, ni aún en el color, y sí sólo en el olor, que no es tan fragante ni tan bueno, si bien son, sí cabe, más ligeros, perfectos y muy labrados. Haylos también de otras muchas suertes y partes, a que llaman «barrillos», los cuales llevan colgados al cuello unos brincos de oro a manera de gargantilla. Mas los vidrios, como digo, son cosa bellísima. De ellos hay dos tiendas principales, así como de porcelanas y otras cosas de cerámica por el mismo precio que en Portugal.

Olvidábaseme hablar del mayor regalo que Castilla tiene, que es la nieve en verano, que nunca falta, a 14 reis por arrelde, y solamente por ella se pudiera ir desde Portugal más allá con más razón que van los franceses por los vinos de Italia y vienen los ingleses por los higos de Algarbe, puesto que para mí no hay mayor deleite en el verano que el agua fría y la fruta helada.

Otra mina de esta tierra es el agua, que es excelente y vanla vendiendo por las calles de la ciudad en hermosísimos vidrios, con su correspondiente arenga o llamamiento de este tenor: «¡Ea, galanes! La de Argales! ¡Regalo de tripas! ¡Comer y beber por dos maravedís! Y ved ahí cómo se resuelve el enigma sobre seis conciertos de hierba dulce.»

Documento 6: DES ESSARTS (1659-1660)

Por tierra alicantina y valenciana

52

El 5 hicimos cinco lenguas hasta Monóvar, pueblo donde comimos. Es la entrada del reino de Valencia, donde hay también una oficina. Fuimos desde allí a dormir a Monforte, habiendo hecho dos leguas. El camino es allí bastante bonito, pero todo rodeado de montañas cubiertas de pinos silvestres.

El 6 llegamos a Alicante, habiendo hecho cuatro leguas. Hay aquí cantidad de moreras para los gusanos de seda que aquí crían. No hay ni pozos ni fuentes, y reservan el agua en las cisternas. En Cartagena van a buscar el agua hasta a una legua lejos de la ciudad.

Alicante es una ciudad cuya playa es bastante segura, siendo el fondo muy bueno. Hay allí mil hogares. Está situada al pie de una montaña, sobre la cual hay un castillo construido por Felipe II. El obispo reside allí la mitad del año, y el resto en Orchivela (Orihuela). La iglesia será hermosa estando acabada; la cúpula es muy alta y grande. Hacían entonces procesiones para que lloviese. Hay aquí muchos bandoleros, y todo este reino generalmente está dividido en varias partidas. Vienen aquí toda clase de barcos, aunque enemigos declarados del Rey de España, cuando es solamente para traficar. Había allí un navío inglés, cuando llegaron en la tarde del 10 de enero dos galeras de España, lo que les obligó a retirarse por la noche. Esas galeras pasaban de Barcelona al Puerto de Santa María. Había allí unos cuarenta franceses, a los que les dejaban crecer los cabellos para ponerlos en libertad al llegar al puerto. Son aquí muy severos para los que llevan armas de fuego; y a menos de que no vayan en compañía más fuerte que la de los alguaciles se ven sometidos a buenas multas. Los jefes de las partidas son de tal modo temidos que entran a menudo en las ciudades y hacen en ellas lo que quieren. Han atentado a menudo a las personas de los virreyes.

El 13 de enero nos marchamos de Alicante para ir a Valencia, a 22 lenguas de Alicante. Fuimos a comer a Jijona, y a dormir a Coyst (Alcoy)... el camino de Jijona a Alcoy es muy malo. Se sube la tierra Jarasqueta y es preciso bajar el monte San Antonio, que es todo de precipicio y muy elevado. Al pie están los restos de un gran convento de la

Orden de San Agustín, en otro tiempo magnífico. Fue destruido hace veinte años por un temblor de tierra. El 14 tuvimos mal camino de subidas y de bajadas. No deja de haber allí valles bastante buenos, con gran cantidad de moreras, olivos y viñas. El 15 hicimos ocho leguas por un terreno sumamente hermoso y bueno. El campo está todo él regado por las acequias y está muy poblado. Pasamos por La Puebla, Carcagente, Alcira, pueblecillo todo él rodeado por el río Júcar; Alcameji y Almucafes, donde comimos, habiendo hecho cinco leguas. No hicimos más que tres por la tarde, habiendo pasado por Silla y Catarache, y llegamos a Valencia, habiendo dejado a una legua de esa ciudad, a mano derecha, la Albufera, que es un estanque de 3 leguas de largo y otras tantas de ancho; estando el más alto arroja allí su agua y gran cantidad de pescado.

Documento 7: LORENZO MEGALOTTI (1668-1669)

La Castellana

De allí pasó S. A. a tomar el aire hacia la Fuente Castellana, que es un agua proveniente de las montañas próximas; es recogida a una milla de Madrid en un pozo desde el cual pasa a un grueso caño que la conduce y reparte por muchos sitios de la ciudad. Poco más abajo del pozo hay una fuente, o más bien un abrevadero de piedra, para comodidad de los pasajeros y de las bestias. Este agua es considerada la mejor de Madrid, aunque para la boca del rey se use otra que surge a media legua de Alcalá. El manantial vierte en un depósito que está cerrado con dos llaves, una guardada en la Corte y la otra por el corregidor del lugar. Ninguno, por tanto, puede llegar al sitio donde mana; sólo pueden utilizar las filtraciones en un punto que permanece abierto. Es también famosa el agua de Húmera, que brota a una legua de Madrid, y la fuente llamada del Membrillo, porque hace algunos años surgía al pie de uno de esos árboles por debajo de la Casa de Campo; ahora vierte en una fuente de piedra colocada en el paseo del río. Toda la excursión de este día hecha por S. A. fuera de la ciudad, fue por un país desigual, arenoso, y, por consiguiente, pelado e infecundo, como es todo el distrito de Madrid.

53

Documento 8: MARQUES DE VILLARS «MEMORIAS» (1668-1673)

Aunque Madrid está muy poblado, hay en él, sin embargo, poca burguesía. La casa del Rey, los cortesanos, el gran número de consejos, de tribunales y de personas que de ellos dependen, una cantidad extraordinaria de conventos del uno y del otro sexo, es lo que compone la mayor parte de la ciudad. Fuera de eso no hay más que algunos obreros para las cosas necesarias y algunos comerciantes. Es la ciudad del mundo más llena de carrozas en proporción a su tamaño; a causa de la suciedad que allí se encuentra, en invierno los barrizales son en Madrid horribles, y el polvo en verano insoporable. No se observa policía ninguna para limpiar la ciudad; no hay agua en el río para arrastrar las inmundicias, que permanecen en las calles durante todo el año. Sólo la bondad del aire puede remediar las consecuencias que debería causar esa infección; por eso se puede decir que el aire y el agua son las únicas cosas buenas que hay en Madrid.

Documento 9: DUQUE DE SAINT SIMON (1722) DESCRIPCION DE LA GRANJA

Terrazas poco elevadas, revestidas, bordeadas de césped, bosquecillos saliendo aún poco del suelo, estanques, canales, depósitos de agua innumerables, de todas las formas, cascadas, lagos, efectos de agua de todas las clases, de la más bella agua y de la mejor para beber, y en la más prodigiosa abundancia, y surtidores de agua por todas partes, en canastillo y de todas las formas, varios de los cuales, que estaban solos, arrojaban un chorro como la pierna al doble de la altura de ese hermoso surtidor de Saint Cloud que causaba la envidia del difunto rey, y que todo el mundo admira con razón.

Los más molestos inconvenientes tienen algunas veces su utilidad: es larga cadena de montañas que bordea los jardines, que se elevaba casi hasta las nubes, toda de rocas sembradas de árboles mal sembrados, cubierta de nieve casi todo el año, cuya cima no se fundía jamás, cuya horrible belleza, componía todo el aspecto del palacio, y de donde un mulo traía hielo y nieve en manos de dos horas, ir y venir. Esa cadena de montañas hormigueaba de las más gruesas fuentes, a todas las alturas, y proporcionaba sin cesar todas las aguas de los jardines, en tal cantidad cuanto querían, y para tal altura a donde deseaban hacerlas llegar. Esos jardines tenían ya multitud de naranjos, y estaban adornados también de jarrones de metal y de todos los más preciosos mármoles, y los más adornados de excelentes bajorrelieves y de las más bellas estatuas de bronce y de diversos mármoles como lo están los jardines de Versalles y de Marly, con talleres en los mismos jardines, donde trabajan sin cesar los mejores maestros de Francia y de Italia, que habían podido traer. Pero esos jardines, verdaderamente encantadores por la variedad y el buen gusto, el atractivo, la frescura, la facilidad, la extensión de los paseos, tienen un inconveniente bien fastidioso; es que todo el terreno de esos jardines no era sino roca viva y dura, con una ligera costra de tierra encima, de manera que era preciso emplear el pico y muy corrientemente el auxilio de la pólvora, para excavar todos los estanques y depósitos de agua, los agujeros de todos los árboles, las trincheras de las empalizadas y todos los terrenos de los macizos, llevar las piezas a lomo de mulo, y trasladar allí también la buena tierra de lejos para llenar todas las excavaciones donde habían plantado, y que era preciso hacer lo mismo para todas las plantaciones y depósitos de agua que se quisieran agregar más adelante, al alargar los jardines por sus dos extremos. He ahí para la carestía, que no podía ser sino muy grande; pero lo peor es que cualquier profundidad que hayan podido dar a los sitios destinados a plantar, las raíces de los árboles, de lo que su vida y su belleza dependen, extendiéndose siempre en torno a ellas, las hay que agujerear a pico. En cuanto se encuentren detenidas por la roca, lo que en ella toque se secará pronto, la tierra traída se consumirá, y ya no podrá proporcionar tanto jugo como sea preciso para la alimentación de las raíces y de los árboles, que perecerán y morirán en pocos años.

Documento 10: VICTOR HUGO «ALPES Y PIRINEOS» (1843)

5 agosto, mediodía.

Siguiendo siempre la carretera hasta mitad de la cuesta, después de haber pasado el castillo, su garita y su centinela, encuentro un lavadero.

Este lavadero es la más encantadora caverna que allí haya: Una roca enorme, que es una de las artistas vivas de la montaña y que se prolonga bastante por encima de mi cabeza, forma allí una especie de gruta natural. Esa gruta destila una fuente cuya agua cae abundantemente, aunque gota a gota, de todas las grietas de la bóveda. Se diría una lluvia de perlas. La entrada de la gruta está tapizada de una vegetación tan rica y tan espesa, que es como un enorme porche de verdor. Todo ese verdor está lleno de flores. En medio de las ramas y de las hojas, una larga brizna de hierba forma una especie de acueducto microscópico y sirve de conducto a un hilillo de agua que lo recorre en toda su largura y cae por su extremidad, redondeándose sobre el fondo oscuro de la gruta, como un hilo de plaza. Un manantial de agua límpida que retiene un parapeto llena toda la gruta. Las piedras no cimentadas dan salida al agua, que huye entre los guijarros.

El sendero pasa a alguna distancia del parapeto, del que está separado por un ancho y fresco prado de berros. Se ve el agua a través de las hojas y se oye murmurar la fuente bajo el verdor. Si uno se vuelve, se descubre la bahía de Pasajes y en el horizonte el pleno mar.

Tres mujeres, las piernas en el agua hasta las rodillas, lavan su ropa en el lavadero. No se puede decir que la sacuden, sino que la golpean. Su procedimiento consiste en azotar violentamente, con la ropa que tienen en la mano, la piedra del parapeto.

Anexo 4

EVOLUCION HISTORICA
DE UNA RED DE REGADIO

Sin entrar en detalles del riego normal de la Huerta de Alicante, estudiado en otro lugar, recordaremos que el aprovechamiento del Montnegre, según el sistema que se conoce inmediatamente después de la Reconquista, consistía en repartir el agua del río en 336 hilos sucesivos de hora y media de duración, adscritos a la tierra; por tanto, 16 hilos al día con turno o «martaba» de veintiún días. Como el riego era escaso, las posibles avenidas tenían mucha importancia y se fijaban otros 336 hilos de distribución eventual; este agua se llamó de «duit» (en valenciano), y en castellano, «de ventura», por su carácter aleatorio, o «de partidor», porque el beneficiado coloca en la acequia una compuerta o «partidor» para dirigir el agua a su campo. Las unidades se llamaron también «venturas» o «partidores», en vez de hilos, aunque de la misma duración que éstos. Después llegaron a adquirir independencia de la tierra, como los hilos normales, y también respecto a éstos, es decir, enajenables; así, en numerosas donaciones de partidores entre 1300 y 1539, citadas por Vergara, unas veces estaban unidas a hilos de agua normal, y otras, separadas¹. Como la distribución era puramente ocasional, sus unidades estaban adscritas a un determinado día del mes: primer lunes, segundo lunes, etc.

A finales del siglo XVI se construyó el embalse de Tibi (1580-94), con fondos aportados por los lugares interesados, de los cuales se resarcirían con el diezmo de los nuevos riegos («novales»), obtenido por Felipe II de la Santa Sede y cedido por el rey a ese efecto; por tanto, la mejora correspondía a todos los dueños de tierras. Así, en 1594 se hizo un nuevo reparto del agua. Se suponía que el caudal quedaba duplicado y se dividía en dos «hilas» o «dulas» de valor fijo, 259,5 litros por segundo; una para los 336 hilos anteriores o «agua vieja», separada de la tierra, y otros tantos de «agua nueva» unida a la tierra, a razón de un minuto por tahulla (0,12 Ha), con los habituales turnos de veintiún días.

En 1625, Felipe IV aprobó nuevo Reglamento, realizado por el visitador Luis de Ocaña, y los «partidores» de aguas de avenida quedaron unidos a los hilos de agua vieja. Nuevas ordenanzas fueron dadas por Mariana de Austria, regente de Carlos II, en 1669. En lo esencial, se mantienen hoy, salvo en las aguas de avenida, que seguían siendo de propiedad particular. Pero en 1686, los dueños de tierras en la parte baja de la Huerta construyeron otro azud, aguas abajo, llamado «nuevo» o de San Juan por esta localidad. Su misión era recoger los sobrantes de crecidas que rebasaron el otro azud anterior, en Muchamiel, y se dividían también en 336 hilos de avenida, pero sólo correspondían a los que intervinieron en la obra. Es decir, que el azud principal o de Muchamiel tenía doble finalidad: en circunstancias normales, derivar el caudal que venía por el río, regulado ya con el embalse de Tibi; en caso de crecida, servía también para ésta. En cambio, el de San Juan, notabilísima presa de bóveda, de paramentos verticales de 7 metros de altura por 3,5 de espesor², funcionaba exclusivamente en las avenidas, como un genuino riego de «boqueras»; una acequia diagonal, llamada «Gualeró», parte del azud y llega hasta la acequia Mayor, cortando varias principales (brazales); por aquélla y éstas se verifica el reparto, pero sólo desde la intersección. Otro tercer azud, menor, el del Campello, sirve normalmente para pasar el agua desde el brazal de Benitía al ramal de Campello y regar un pequeño sector en dicho lugar, en la margen izquierda del río; recoge también aguas de avenida para aquella zona, e ignoramos de qué fecha es el actual (no lo cita Cavanilles; sí, Aymard), pero su origen debe ser antiguo por la misión inicial.

¹ VERGARA, J. B.: «Manifiesto histórico-legal...», págs. 17-18.

² LÓPEZ GÓMEZ, A.: «Embalses de los siglos XVI y XVII», pág. 639.

La situación se mantuvo hasta el siglo XVIII. En efecto, después de una avería que inutilizó la presa durante cuarenta años, se reparó en 1738, y al siguiente, Felipe V incorporó el embalse del Real Patrimonio, con ordenanzas, en 1749, realizadas por José de Fonsdeviela, intendente de Valencia. Aparte de otros detalles, interesa aquí subrayar que, antes de redactarlas, los comisionados Juan Bautista Vergara y Francisco Verdú hicieron sendos informes, muy prolijos, y a veces opuestos, sobre los diferentes problemas del sistema de riegos. Respecto al agua de avenida, concretamente, Vergara sostenía que era de los dueños de agua vieja, mientras Verdú afirmaba que debía ser del común, como todo el caudal del río (inclusive, el agua vieja), ya que un bien público como éste no podía pertenecer a particulares. Pero los argumentos de Verdú no podían prevalecer contra una propiedad muy valiosa y el uso reconocido desde siglos, como es el agua vieja; en cambio, triunfaron en el caso del agua de avenida, de mucho menor valor por su eventualidad e incluso coincidir en ocasiones con lluvias en la misma Huerta. Así, las nuevas ordenanzas disponen que «con las venturas se hagan tercera o cuarta dula que vaya por los brazales vacíos hasta que concluya la avenida, y en la próxima se comience donde terminó la anterior»; por este agua se abonaría un sueldo por hora³.

En 1849 se creó el Sindicato, con directiva nombrada por el Jefe político de la provincia —desde 1865 elegida por los regantes—, y el Reglamento de Aguas, «formado con arreglo a las viejas costumbres y a las necesidades que reclama el común de los regantes» (art. 8); está vigente aún, salvo algún detalle en la práctica. Se reconocen tres clases de agua fundamentales: 388 5/6 hilas de hora y media de «agua vieja»; 19 horas de agua «del privilegio», por una concesión en 1751⁴, asimilada a aquella en la práctica, y 511 horas de agua nueva entre 30.660 tahullas de la Huerta, a un minuto por tahulla (1/8 Ha), aunque el disfrute se puede vender. En «verano» (24 de junio a 29 de septiembre), los derechos se reducen a dos tercios del tiempo (tandas de tercios o «tercos»). Además, sin especificar en el Reglamento, hay 84 horas de «agua del Sindicato», para unas obras desde el siglo pasado, y las que no reclaman propietarios fallecidos, se subastan en cada tanda a beneficio del Sindicato. Como el agua es insuficiente para dos hilas separadas y simultáneas de agua vieja y nueva, se han fundido en la práctica en una sola, que se llama «doble», y en el tiempo efectivo se computa por la mitad, aunque en realidad sólo son unos 150 litros por segundo. Tampoco es posible el turno teórico de 21 días, o 14 en verano, que supondrían 12 y 6 tandas, respectivamente, sino mucho menos. Se debe a los depósitos de fango en el embalse y falta de caudal; así, en los años secos sólo hay dos o tres tandas o incluso menos.

Como el riego es muy escaso y adquiere alto precio, tienen especial valor las avenidas, poco frecuentes. Los azudes, aunque recrecidos con tablones, se hallan casi colmados por los aluviones y solamente dirigen el agua. El azud principal de Muchamiel tiene ahora esa misión, ya que el caudal normal no viene desde el embalse por el cauce del río, como antes, sino por un canal lateral.

Las crecidas se emplean para mejorar el riego habitual. Según el Reglamento de 1849, primero se deben aumentar hasta el doble las hilas ordinarias en el azud de Muchamiel (art. 17), y si aún sobra, se forman hilas de avenida por las acequias vacías para que rieguen a discreción solamente los dueños de agua nueva, es decir, los poseedores de tierra, y mediante un canon (art. 18); esta segunda práctica es la más corriente. En los azudes de San Juan y Campello se seguirá el mismo método, y a los que rieguen de ellos se les dará por cumplidos en el turno de avenidas (art. 19).

Sumando el agua vieja y nueva a razón de 150 litros/segundo, resulta aproximadamente un minuto de riego efectivo por tahulla en cada tanda, o sea, 9 m³, es decir, 72 m³ por Ha, lo que es absolutamente insuficiente para un riego normal, y exige comprar agua o los derechos de varias tandas. Incluso con la ayuda de pozos en Villena, aportada por el Canal de la Huerta (1909), los sobrantes en la boca del Segura, llevados

³ LÓPEZ GÓMEZ, A.: «Riegos y cultivos en la Huerta de Alicante», pág. 715, nota 21.

⁴ LÓPEZ GÓMEZ, A.: Op. cit., pág. 716.

por Riegos de Levante (1925), pozos de la comarca y alledaños, es imposible una horticultura intensiva. Así se había llegado a un cultivo mixto peculiar de suelo y vuelo, con almendros, sobre todo, olivos, algarrobos y cereales (trigo, cebada), que sólo precisan dos o tres riegos para buenas cosechas. El agua ahorrada se utilizaba en parcelas limitadas de hortalizas para consumo local y, sobre todo, otras muy valiosas de invierno, como habas y, especialmente, tomates.

Situación actual

Las circunstancias son hoy muy diferentes. Las crecidas aguas abajo de la presa son pocas y de volumen escaso; la acequia especial del Gualeró está casi abandonada, y sólo en el azud de Muchamiel se desvían escasos caudales para las tierras más cercanas a él.

Sin tener en cuenta los últimos años, de lluvias excepcionales en la comarca y gran rendimiento del embalse de Tibi, en el período 1961-69, y en el curso bajo del Montnegre, sólo ha tenido lugar una avenida pequeña cada año, salvo 1961, con dos notables, y, por el contrario, 1968, sin ninguna. Se han producido: una en junio (1964), julio (1966) y agosto (1967); las otras han sido en septiembre u octubre, meses característicos de los aguaceros levantinos.

La reducida cuantía de esas avenidas impide doblar hilas, como indica el Reglamento; menos aún, añadir nuevas. Solamente se pueden beneficiar unas cuantas hectáreas; por ello, el riego es libre en tales casos, con un pequeño canon, y no se conserva turno para la avenida siguiente. En el período indicado sólo se han regado cada vez de 50 a 115 tahullas, es decir, 6,2-14,30 Ha, cifra conocida con precisión, ya que los regadores del Sindicato anotan las tierras beneficiadas. Esa extensión solo fue superada hasta 185 tahullas (28,1 Ha) en 4 de septiembre de 1971, y 465 tahullas (58,1 Ha) en 15 de octubre de 1962⁵; incluso en tales casos la superficie es bien escasa.

57

En el período 1961-69, la situación general fue sumamente precaria. Después del excelente año 1960 con 16 tandas de riego normal, en los siguientes, hasta 1970 inclusive, hubo cinco años casi seguidos de sólo dos tandas (1964 y 1966-69), y en los demás, de tres a seis como máximo. Después han tenido lugar unos años excepcionales que se inician en 1971, con ocho tandas, y 1972 y 1973, con 15 cada uno; se ha podido regar casi a total satisfacción y los precios del agua se han mantenido en niveles aceptables. Así, el «agua del Sindicato» no ha pasado, en general, de 200 pesetas la hora, aunque con las naturales oscilaciones y altos precios estivales; en 1972 llegó a 580 pesetas, y en el siguiente, a 500 pesetas; mientras que en los inviernos respectivos alcanzó mínimos de 3 a 20 pesetas. No han faltado ocasiones en que ha estado totalmente lleno el embalse y abierto el aliviadero; ello ha permitido también varias limpiezas de fangos, de manera que en la actualidad la altura del agua útil es de 109 palmos, mayor que el cieno acumulado (86 palmos). Incluso se han podido establecer, temporalmente, tres hilos continuos y ha habido agua sobrante de noche, por lo cual se paga como si fuera avenida y no es necesario el rígido turno habitual.

Es cierto que las lluvias han sido muy favorables; pero también influye una rápida transformación agraria en los últimos años, de gran trascendencia y que sólo podemos esbozar aquí. Consiste en una notable disminución de cultivos, motivada por un doble proceso: conversión de buena parte del suelo agrícola en urbano y disminución del rendimiento. Lo primero se debe a la invasión vertiginosa de las construcciones urbanas y turísticas en los campos inmediatos a los lugares de la Huerta, a las playas y zonas intermedias de buen acceso. Por otra parte, actúa la escasez y carestía de la mano de obra, debido al abandono del trabajo campesino por parte de los jóvenes, mientras que los precios agrícolas no han subido en parecida relación. Así, muchos campos se culti-

⁵ Datos amablemente facilitados en el Sindicato de riegos de Alicante.

van poco o sólo de la forma más económica, o están casi abandonados, a la espera de una posible venta para solares. Por estas razones, los cereales, sembrados antaño entre las filas de árboles, han desaparecido; el algarrobo carece ahora de interés y algo parecido ocurre con el olivo, en el cual los gastos de labores y cosechas apenas son rentables; a ello se une el ataque de la «mosca», acentuado al no realizarse ya tratamientos en masa. Únicamente mantiene interés el almendro, por el alza de precios, aunque parece iniciarse una detención. Cultivos hortícolas de gran valor, como las habas, sobre todo en Muchamiel, se mantienen bastante; en cambio, el tomate de invierno ha disminuido mucho en la Huerta, pero subsiste en las zonas próximas. Es casi seguro que en años venideros esta Huerta de Alicante quedará reducida a manchas discontinuas y desaparecerá su original paisaje, despedazado y suplantado por las construcciones de un urbanismo desmedido.

A. LÓPEZ GÓMEZ «Los riegos de avenida en la Huerta de Alicante.
Evolución y estado actual».
Aportación Española al XXIII Congreso Internacional de Geografía.
Agosto 1976

Anexo 5

DOCUMENTO PARA DEBATE

58

CUATRO MODELOS PARA UNA MONTAÑA

El proyecto del Pays d'Enhaut, en Suiza

El problema: prever y reducir al mínimo las consecuencias que las diversas formas de desarrollo económico pueden tener en una región alpina de Suiza.

El proyecto. Pese al considerable incremento del turismo en los últimos años y a diferencia de muchas otras regiones de los Alpes, el Pays d'Enhaut —un distrito montañoso del Cantón de Vaud, en Suiza— ha logrado mantener su agricultura de montaña y preservar prácticamente intacto su entorno natural. Pero son de prever algunos cambios inminentes. La falta de empleo adecuado para los jóvenes puede originar la despoblación de la región y una consiguiente degradación del medio, debida en este caso a una *falta* de intervención humana. La construcción en gran escala de hoteles y chalets para los turistas, con la correspondiente infraestructura de carreteras y caminos, podría resolver el problema del empleo pero causaría un grave deterioro del medio natural.

El programa de desarrollo regional aprobado en 1978 tiende a buscar una «vía media» que permita conservar el nivel actual de la población local mediante el desarrollo de instalaciones turísticas apropiadas. Sin embargo, para alcanzar este objetivo habría que destinar unas cien hectáreas de terrenos a zonas de esquí, construir unos treinta kilómetros de pistas y proveer unas 4.000 camas adicionales para alojamiento de los turistas.

El estudio del MAB que actualmente se lleva a cabo trata de prever las posibles repercusiones de los diversos tipos y niveles de desarrollo económico y las precauciones necesarias para mantener el equilibrio del medio.

La población local colabora activamente en el estudio. En efecto, en el proyecto conjunto MAB-Asociación del Pays d'Enhaut participan representantes de todas las capas

sociales de la comunidad. Se han creado catorce grupos de investigación, trece de los cuales examinan determinados aspectos del problema, mientras que el último estudia la región en su totalidad considerándola como un «sistema».

Los resultados. Las investigaciones realizadas por el equipo del MAB comenzaron en 1980, de modo que sería prematuro enumerar resultados concretos. Sin embargo, comienzan a perfilarse ya cuatro posibles soluciones futuras cuyas consecuencias para el medio serán expuestas a las autoridades y a la población local. Esas soluciones son, en líneas generales, las siguientes:

1. Un enfoque tradicionalista, que tiende al mantenimiento de la situación actual, haciendo mayor hincapié en el desarrollo de las actividades agrícolas pero reduciendo al mínimo indispensable la mecanización de la agricultura. El turismo seguiría siendo una modesta actividad económica complementaria, particularmente durante el verano, y se alojaría a los turistas en pensiones de familia o en hoteles pequeños.

2. Un enfoque modernista, resueltamente orientado a alcanzar los más altos ingresos posibles para la población local desarrollando al máximo todos los recursos de la región. El turismo sería el principal sector económico y se abandonaría una parte de la tierra cultivable.

3. Un enfoque «ecológico», inspirado en el deseo de transmitir a las generaciones futuras una región biológicamente intacta, en la que la contaminación, la erosión, etc., estén reducidas al mínimo. Sólo se toleraría a los turistas en la medida en que éstos estuvieran dispuestos a respetar la naturaleza. Se limitaría severamente la construcción de edificios y la circulación de vehículos privados. Los métodos agrícolas tenderían a un consumo limitado de energía y a la utilización de una tecnología inocua.

4. Un enfoque «periférico», según el cual la región serviría de diferentes maneras a los centros urbanos que la rodean. El Pays d'Enhaut sería, ante todo, una especie de lugar de retiro campestre para los habitantes de las ciudades —lo que entrañaría la construcción de un gran número de residencias secundarias individuales y de buenos caminos de acceso, así como el establecimiento de instalaciones para las actividades de recreo— o como centro para el desarrollo de actividades colectivas.

59

«El Correo de la UNESCO»

N.º monográfico «El hombre en la Biósfera»

Abril 1982, pág. 22

Anexo 6

ANALISIS QUIMICO DE MUESTRAS DE AGUA

1. Contenido de amonio

La actividad microbiana en aguas contaminadas puede producir amonio (NH_4) de la degradación de péptidos y aminoácidos. Por lo tanto, la presencia de este ión es indicio de contaminación. Podemos detectarlo, si se encuentra en cantidades superiores a 0,02 mg/l, siguiendo el siguiente método:

Añadir a 100 ml de la muestra de agua 1 ml de solución de *tartrato sódico potásico* y 4 ml de *reactivo de Nessler*. El resultado podrá ser:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| — Precipitado pardo amarillo | > 0,5 mg/l de NH_4 |
| — Solución con color pardo amarillo | |
| — Solución con color amarillo | |
| — Sin color amarillo | 0,1 mg/l |

En aguas alcalinas el equilibrio se desplaza hacia amoníaco que es tóxico para los peces.

Las bacterias nitrificantes pueden transformar el amonio en nitratos. Así la presencia de amonio, amoníaco, nitratos o nitritos (tóxico) nos indica contaminación.

● *Reactivo de NESSLER:*

1 litro R. Nessler =	70 gr de yoduro potásico	† 100 gr hidróxido potásico
	100 gr de yoduro mercurio	500 ml agua destilada
	500 ml agua destilada	

Dejar reposar durante cierto tiempo el precipitado y luego decantar el sobrenadante (éste es el reactivo).

Contenido de cloruros

El agua en la Naturaleza lleva un cierto contenido en sales de las cuales los cloruros representan una importante proporción. Un contenido inferior a 400 mg/l puede considerarse aceptable.

Para detectar la presencia de cloruros se trata en un tubo de ensayo la muestra de agua con unas gotas de *ácido nítrico* 2N, se añaden también unas gotas de solución de *nitrato de plata* (5 g de NO_3Ag + 100 ml de agua desionizada). Se formará un precipitado blanco (ClAg) con cierto tono violáceo. Si el agua contiene una pequeña cantidad de cloruros aparecerá turbidez.

60

Si se desea hacer una aproximación cuantitativa habrá que medir la cantidad de nitrato de plata que reacciona con los equivalentes de cloruros. Añadir para ello, antes del nitrato de plata, unas gotas de *cromato potásico* (10 gr/100 ml). La coloración será entonces amarilla. Con una bureta o pipeta ir añadiendo el nitrato hasta conseguir el viraje a naranja.

Contenido de fosfatos

Como consecuencia del vertido de materia orgánica y detergentes puede producirse un incremento notable en la cantidad de fósforo (factor limitante para el plancton) en lagos y embalses produciéndose la *eutrofización** (ver anexo).

Para detectar los fosfatos se añade a la muestra de agua en un tubo de ensayo un poco de *cloruro sódico* y unas gotas de *solución sulfúrica de molibdato amónico* (90 gr de heptamolibdato amónico, 100 ml agua desionizada, 100 ml de ácido sulfúrico —25% en vol.— ¡Precaución!) y una lámina de estaño. Los iones fosfato determinan una coloración azul.

Dureza

La *dureza total* es una medida de la suma total de iones divalentes Ca^{++} , Mg^{++} , Ba^{++} , etc. en forma de sales: carbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, fosfatos, etc. (Se puede distinguir dureza debida a carbonatos y debida a no carbonatos. La Dureza total es la suma de ambas). Las unidades de medida pueden ser grados franceses, alemanes o ingleses, o en ppm de CO_3Ca , etc. La determinación se realiza por medio de reactivos específicos (ver nota final).

* Ver El agua. Unidades Temáticas Ambientales. D. Gral. del Medio Ambiente. Servicio de Publicaciones. MOPU. Madrid, 1982.

Contenido de Nitritos

Junto con el amonio y los nitratos, los nitritos son indicadores de contaminación, que puede ser debida a aguas residuales. Los nitritos son también producto de la acción bacteriana y, tras el fósforo, contribuyen a la eutrofización.

A una muestra de agua (10 ml) se le añaden 2 ml de solución de *indol* (0,2 gr de indol + 250 ml etanol, reposar una semana) y 3 ml de *ácido sulfúrico*. El resultado puede ser una coloración de rojo a violeta (según concentración NO_2).

Oxígeno disuelto

El oxígeno es imprescindible para el desarrollo de vida en condiciones normales. Las aguas residuales y las eutróficas presentan carencias. El agua potable debe contener un mínimo de 2 mg/l.

Llenar totalmente con el agua a analizar un frasco de vidrio y evitar las burbujas, añadir unas gotas (cantidades iguales) de solución de *cloruro de manganeso* (al 80%) y de solución de *hidróxido sódico* y *yoduro potásico* (36 gr de lentejas de NaOH + 20 gr IK + 100 ml agua ¡precaución!). Tapar el frasco (sin que quede aire) y agitar.

El resultado va desde el color pardo oscuro (agua rica en O_2) hasta el blanco (ausencia de O_2).

Contenido de materia orgánica

La presencia de materia orgánica indica contaminación. Para el análisis se utiliza el consumo de *permanganato potásico*.

A una muestra de agua se le añaden unas gotas de ácido sulfúrico diluido y 2 ó 3 gotas de permanganato potásico. 0,01 N. Si se decolora, la cantidad de materia orgánica es importante (> 50 mg/l). Si no es así, añadir más gotas de permanganato y calentar a ebullición. Si no se logra la decoloración, el contenido de materia orgánica es pequeño (< 10 mg/l) o nulo.

Cloro activo libre

Para evitar el desarrollo bacteriano y en general de microorganismos, se utiliza como desinfectante cloro gas o derivados (hipocloritos): «*cloro activo libre*». Parte se combina con compuestos orgánicos (cloro activo combinado). En aguas tratadas encontraremos una cierta cantidad de cloro, garantía de su depuración (ha de ser mayor de 0,3 ppm para que sea eficaz).

Su determinación se lleva a cabo con yoduro potásico (en medio tamponado con fosfatos) y reactivo DPD (sulfato de N,N-dietil-p-fenilendiamonio) dando una coloración roja cuya intensidad varía con la cantidad. Es aconsejable si se quiere realizar esta determinación acudir a los reactivos preparados al efecto por casas comerciales.

NOTA:

Tanto las determinaciones expuestas como otras que pueden ser de interés en el análisis de algunos tipos de agua, pueden llevarse a cabo por medio de reactivos preparados por casas comerciales (que venden juegos de reactivos para análisis de aguas de piscinas, acuarios, pozos, etc.) y que posibilitan un análisis inmediato e incluso cuantitativo. Sin embargo, dependiendo de los objetivos de la programación, es en ocasiones aconsejable realizar los análisis explicando sus fundamentos. Esto depende también, evidentemente, del curso a nivel de los alumnos.

Anexo 7

ANALISIS BIOLOGICO DEL AGUA

La presencia de microorganismos en el agua puede ser beneficiosa, ya que metabolizan la materia orgánica que contiene. Sin embargo, la ausencia o escasez de oxígeno y la abundancia de factores limitantes* (p. ej. fósforo) da lugar al crecimiento excesivo de poblaciones y al desarrollo de microorganismos anaerobios, alguno de los cuales son patógenos o producen sustancias tóxicas.

Aunque puede hacerse un estudio biológico más completo y «Prácticas de Biología» Ed. Fontalba) un análisis común es la detección de bacilos coliformes que denotan la procedencia residual de las aguas. Se ha llegado a afirmar que cada 20-50 coliformes se encuentran una bacteria patógena.

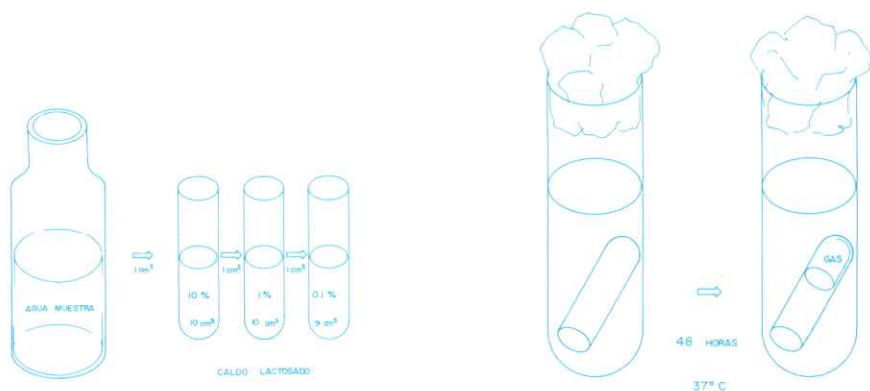
Así, para detectar colibacilos se acude al cultivo en medio líquido y se observa si hay producción de gas resultado del metabolismo bacteriano.

La toma de muestras y la manipulación ha de hacerse en condiciones de esterilidad. Por consiguiente, tanto el frasco para recoger la muestra como todos los tubos, pipetas y demás instrumental deben ser previamente esterilizados, introduciéndolos en agua en ebullición durante al menos 15 minutos.

El medio de cultivo es *caldo lactosado* (caldo común + lactosa):

- 1 gr de extracto de carne.
- 10 gr de peptona.
- 5 gr de cloruro sódico.
- 10 gr de lactosa.
- 1 l de agua.

62



En tres tubos de ensayo (esterilizados) introducir 10 , 10 y 9 cm^3 respectivamente, de caldo lactosado. Tomar 1 cm^3 del agua de la muestra y se añade en el primer tubo; mezclar bien y extraer de éste 1 cm^3 y añadirlo al segundo; mezclar de nuevo y extraer 1 cm^3 que se introducen en el tercero. Así la proporción de agua de la muestra será aproximadamente 10% en el primero, 1% en el segundo y 0,1% en el tercero.

* Ver anexo.

Colocar en cada tubo una campana Durham (tubo pequeño de 25-30 mm de largo y 7-8 mm de diámetro (invertido)) con cuidado de que esté totalmente lleno (no contenga aire). Mantener los tubos constantemente (mientras no se manipule) tapados con algodón.

Introducir los tubos en una gradilla y colocarlos en una estufa incubadora a 37°C. A las 24 y 48 horas observar si se ha acumulado gas en todos ellos.

La formación de gas indica la presencia de coliformes (contaminación).

48 h 37°C

Índice

	Pág.
Introducción	3
1. El agua en la Naturaleza.....	5
2. Las propiedades del agua y sus consecuencias.....	7
3. El agua en los seres vivos.....	17
4. El agua en el planeta.....	22
5. Usos del agua	27
6. El problema del agua. La contaminación.....	34
7. Manifestaciones culturales en torno al agua	40
Anexos	42

