

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS  
EXPERIMENTALES Y SOCIALES

LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL AGUA EN EL  
CONTEXTO DE UN DESARROLLO SOSTENIBLE. SU  
APLICACIÓN EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA

CATALINA LÓPEZ MARTÍNEZ

UNIVERSITAT DE VALENCIA  
Servei de Publicacions  
2007

Aquesta Tesi Doctoral va ser presentada a València el dia 21 de Juny de 2007 davant un tribunal format per:

- D. Carles Furió Mas
- D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> Lourdes Pérez de Eulate González
- D. José Carrasquer Zamora
- D. Francesc Mezquita Juanes
- D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> Carmen Fortes del Valle

Va ser dirigida per:

D. Valentín Gavidia Catalán

©Copyright: Servei de Publicacions  
Catalina López Martínez

---

Depòsit legal:

I.S.B.N.:978-84-370-6936-4

Edita: Universitat de València

Servei de Publicacions

C/ Artes Gráficas, 13 bajo

46010 València

Spain

Telèfon: 963864115

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

DEPARTAMENT DE DIDÀCTICA DE LES CIÈNCIES  
EXPERIMENTALS I SOCIALS



**LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL AGUA EN EL  
CONTEXTO DE UN DESARROLLO SOSTENIBLE.**

**SU APLICACIÓN EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA**

**TESIS DOCTORAL**

Autora: Catalina López Martínez

Director: Dr. Valentín Gavidia Catalán

València, Febrero, 2007

VALENTÍN GAVIDIA CATALÁN, Doctor en Ciencias Biológicas y Catedrático de Escuela Universitaria en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universitat de València.

CERTIFICO que la presente memoria con el título “La enseñanza-aprendizaje del agua en el contexto de un desarrollo sostenible. Su aplicación en la enseñanza secundaria” ha sido realizada por Catalina López Martínez bajo mi dirección y constituye la Tesis para optar al grado de Doctora.

Para que así conste, y en cumplimiento de la legislación vigente, presento esta memoria firmando el presente certificado en Valencia, a 12 de marzo de 2007.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'V. Gavidia', written over a horizontal line.

*Dedico este trabajo:  
a todas aquellas personas  
comprometidas, que luchan por  
mejorar la situación de emergencia  
planetaria en la que nos encontramos.*

*"El mundo que tenemos hoy en  
nuestras manos, no nos ha sido  
entregado por nuestros padres, sino  
que nos ha sido prestado por nuestros  
hijos".*

*PROVERBIO AFRICANO*

*"No somos los dueños del planeta azul,  
sólo somos sus inquilinos".*

*Por un trabajo docente orientado a las necesidades  
educativas de nuestra sociedad  
Catalina López*

## **AGRADECIMIENTOS**

Para la realización de este trabajo de investigación he necesitado la colaboración y ayuda de verdaderos profesionales y amigos, que bien con su valioso asesoramiento o con su aportación, incluso no sólo de tiempo, han hecho posible que se haya podido finalizar. Por ello, son muchas las personas a las cuales quiero hacer patente mi más profunda gratitud.

Al Dr. Valentín Gavidia Catalán, por haber dedicado tantas energías, esfuerzo, apoyo, comprensión y paciencia. Sobre él ha recaído la mayor responsabilidad, no sólo como profesional, sino que también con su talante humano, amigable y comprensivo, me ha brindado apoyo en todas las etapas de dificultades. Por ello, además de su dirección, sin su estrecha colaboración humana, no hubiera podido concluir este trabajo.

Al Dr. Daniel Gil Pérez, siempre dispuesto a escuchar y a ayudar, por haber abierto una puerta de luz cuando todo era oscuridad, él propuso con rapidez el tema de estudio e investigación que más me interesaba facilitándome el poder comenzar con la primera investigación lo que me ha llevado a poder tener ésta que ahora presento.

Al Dr. Vicente Sanjosé López, que me brindó su ayuda desinteresada

para que pudiera realizar un estudio estadístico de los resultados mediante la utilización del programa SPSS, lo que ha reducido enormemente el tiempo invertido en cálculos innecesarios. En la misma línea está la ayuda de José Manuel Collado Martínez, que me facilitó la suya para iniciarme en el manejo de dicho programa. Muchas gracias a los dos, vuestra colaboración ha representado mucho más de lo podáis imaginar.

No puedo olvidar al Dr. Francisco M. Aliaga Abad del Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación de la Universidad de Valencia (MIDE), que desinteresadamente me dejó asistir a sus clases para aprender el manejo del programa SPSS, lo que le agradezco enormemente.

A los compañeros y amigos, María Carmen Nieva Lafuente, Laudelina Pérez Gago, María José del Olmo Amado, Juan Rueda Sevilla, Vicente Pascual Raga, Vicente Maset Pardo y Marc Antoni Pérez Lloret, que altruistamente me han ayudado a realizar la investigación desarrollando la experimentación de la Unidad Didáctica diseñada con su alumnado y pasándoles los cuestionarios inicial y final, sin sus críticas constructivas y su colaboración esta tesis no hubiese podido realizarse.

A mi amiga Mercedes Esteban Cabrera por su extraordinaria colaboración en el proyecto que realizamos juntas y que nos inició en la problemática del Agua, sin ese comienzo probablemente no existiría esta tesis. Gracias Mercedes, además, por tu continua aportación de información.

A mi alumnado y al de todos los compañeros y compañeras que han

realizado esta experimentación conjuntamente conmigo, así cómo a los que han aceptado constituir los grupos de control, sin su colaboración desinteresada no se hubiese podido realizar esta investigación.

Al Programa del Tercer Ciclo del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universitat de València.

A mi familia, por el tiempo que hemos dejado de hacer cosas juntos para poder dedicarlo a este trabajo y por su valiosa colaboración.

Al CIDE del Ministerio de Educación, que valorando la Unidad Didáctica con el segundo premio Nacional nos ha alentado a continuar, justo cuando más falta nos hacía, pues el camino hasta tenerlo todo escrito es largo y penoso.

Al CEFIRE de Valencia que siempre nos ha apoyado facilitando nuestra labor y certificando el esfuerzo realizado en los dos Grupos de Trabajo que hemos constituido en los dos años que ha durado la experimentación. Además, ha sido un difusor de nuestro mensaje, facilitándonos el expresar nuestras ideas en ponencias hechas a otros compañeros y compañeras docentes. Especialmente he de agradecer su ayuda a José Ignacio Madalena Calvo, a Salvador Caballero Rubio y a Consuelo Sánchez Prados.

A mis amigos y amigas compañeros de profesión que siempre han estado dispuestos a colaborar desinteresadamente.

A todos vosotros y vosotras, mi afecto y mi gratitud.

## PRESENTACIÓN E ÍNDICE

Estamos viviendo una situación de auténtica emergencia planetaria, marcada por un conjunto de problemas estrechamente vinculados que han de ser abordados conjuntamente para hacer posible un futuro sostenible, de forma que las Naciones Unidas ha instituido la Década de la Educación para un futuro sostenible abarcando el periodo de 2005 a 2014. El trabajo que deseamos presentar abarca sólo uno de estos problemas, pensamos que de los más graves, ya que condiciona la vida de los seres vivos que existen sobre nuestro planeta.

Opinamos que como docentes tenemos un compromiso, debemos hacer conocer a nuestro alumnado de los problemas que tenemos, de los comportamientos individuales y colectivos responsables de esta situación de emergencia planetaria y sobre todo impulsar las posibles soluciones: qué podemos hacer tanto individual como colectivamente para que la situación mejore. Reza un proverbio de origen africano que *“el mundo que tenemos hoy en nuestras manos, no nos ha sido entregado por nuestros padres sino que nos ha sido prestado por nuestros hijos”*. Cabe que nos preguntemos ¿qué mundo heredarán nuestros hijos?

Según afirma la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) en 1984, “durante mucho tiempo se ha actuado como si los recursos fueran realmente ilimitados y el hombre se ha dedicado a su explotación de forma absolutamente irracional, en la mayoría de los casos para la obtención de bienes de consumo”. Por tanto, podemos aseverar que en nuestro mundo los recursos escasean por la actitud expoliadora de nuestra sociedad, la calidad de vida se encuentra notablemente deteriorada como consecuencia del mal llamado “progreso” y del “desarrollo tecnológico”, existen altos índices de contaminación tanto en el aire, como en el suelo y el agua, y la población mundial crece de forma desmesurada.

Uno de los recursos que está siendo esquilmo (aunque sea renovable) es el agua, por ello en el presente trabajo vamos a profundizar en *“el uso, consumo y gestión*

*del agua*". Este tema nos ha parecido preocupante por la cantidad de problemas que lo envuelven y por encontrarse tan cercano al mundo real del alumnado, que hemos sentido la necesidad de investigar las visiones de los estudiantes sobre la utilización del agua según un modelo de desarrollo sostenible.

Narcís Prat (1997), afirma que "los principios del desarrollo sostenible aplicados a la conservación de los ecosistemas acuáticos, exigen pasar de la gestión de la oferta a la del control de la demanda. En España la planificación hidrológica se ha centrado solamente en aumentar la oferta sin intentar el control de la demanda, especialmente en los usos agrícolas, pero también en los urbanos. Ello ha desembocado en una creciente degradación de los ríos, lagos y embalses que se pretende combatir con medidas correctoras (depuradoras, más embalses) pero que no va a dar sus frutos si no se gestiona la demanda de forma sostenible".

Es esta línea de control de demanda la que deseamos fomentar en el alumnado: el respeto y la valoración del agua como recurso vital, lo que debería conducirle a una praxis de ahorro y cuidado por no contaminarla, porque el agua no sólo posibilita la vida del género humano, sino que hay otros muchos seres vivos que la necesitan y son dependientes de su calidad. Por tanto nos gustaría poder desarrollar en las alumnas y alumnos un amor protector por el medio ambiente que les rodea, valorando como algo grandioso la diversidad de especies presentes en él, sin considerarse amos y señores de nuestro planeta, y velando porque se gestione el agua según un desarrollo sostenible.

Con relación a lo anteriormente expuesto, el presente trabajo tiene por objetivo *Conocer las representaciones y las actitudes que tiene el alumnado acerca del agua, de su gestión, y de su importancia en el proceso de desarrollo sostenible, porque suponemos que son mejorables. Lo llevaremos a cabo pasando a nuestro alumnado un cuestionario inicial y haciéndoles una entrevista. Tras obtener los primeros resultados, elaboraremos una Unidad Didáctica con las características adecuadas para que al trabajarla en el aula promueva un cambio conceptual y actitudinal, el cuál valoraremos pasando a nuestro alumnado un cuestionario final que compararemos con el inicial y con el obtenido por otros alumnos que no han seguido la Unidad Didáctica elaborada. Posteriormente analizaremos nuevamente los resultados obtenidos.*

Nuestro trabajo de investigación lo hemos desarrollado en ocho capítulos, que pasamos a describir con brevedad:

En el primero comenzamos con la introducción en la que hemos justificado el interés de esta investigación, mostrando la problemática actual existente en torno a la gestión del agua. Posteriormente hemos hecho el planteamiento del problema que la motiva. Así mismo, también se presenta el marco teórico en el que está inscrito el trabajo, contemplando las diferentes ciencias que nos pueden servir de ayuda para conformar el cuerpo teórico de nuestra investigación.

En el segundo capítulo se formula y fundamenta la Primera Hipótesis principal que queremos contrastar.

En el tercero se operativiza la Primera Hipótesis principal de trabajo y se describe detalladamente el diseño planteado para su contrastación, justificándose los ítems del cuestionario elaborado y la entrevista realizada.

En el cuarto capítulo se presentan y analizan los resultados de la Primera Hipótesis obtenidos con la utilización de nuestros instrumentos.

En el quinto capítulo se formula y fundamenta la Segunda Hipótesis principal que queremos contrastar, ante los resultados obtenidos de las representaciones y actitudes que posee nuestro alumnado acerca del agua.

En el sexto capítulo se operativiza la Segunda Hipótesis principal de trabajo y se describe detalladamente el diseño planteado para su contrastación, el cual gira alrededor de la elaboración de una Unidad Didáctica sobre el agua y de su evaluación.

En el séptimo capítulo se presentan y analizan los resultados de la Segunda Hipótesis obtenidos con la utilización de nuestros instrumentos.

En el octavo y último exponemos las conclusiones que hemos obtenido así como las perspectivas para futuras investigaciones.

Por último hemos adjuntado las referencias bibliográficas de todo el material que hemos consultado para la realización de este trabajo, seguidas de seis anexos que completan nuestra investigación, que se refieren a la Unidad Didáctica y a diversos trabajos realizados por el alumnado como muestra de una evaluación etnográfica, es decir, de la cultura generada en el aula al desarrollar el tema elegido.

Adjuntamos a continuación el índice paginado a modo de síntesis de esta memoria:

# ÍNDICE

	<i><u>Página</u></i>
<b>Agradecimientos</b> .....	1
<b>Presentación e Índice</b> .....	5
<b>I Introducción y Planteamiento del Problema.</b>	
1. Introducción .....	13
2. Objeto de la Investigación y planteamiento del Problema.....	29
3. Estructura de la Investigación .....	30
<b>II Primera Hipótesis de Trabajo: Enunciado y Fundamentación.</b>	
1. Enunciado de la Primera Hipótesis de trabajo .....	33
2. Fundamentación de la Primera Hipótesis Principal .....	36
2.1. Desconoce la importancia del Agua para la supervivencia de los seres vivos...	37
2.2. El alumnado desconoce la gestión del Agua y los problemas derivados de ella	40
2.3. El alumnado desconoce la problemática ambiental existente en torno al Agua dulce. ....	44
2.4. El alumnado desconoce lo que significa desarrollo sostenible .....	46
2.5. El alumnado desconoce lo que se entiende por consumo de Agua según un desarrollo sostenible. ....	49
2.6. El alumnado realiza un uso inadecuado del Agua.....	52
3. Concreción de la Primera Hipótesis Principal de Trabajo .....	55

**III Diseño experimental para la contrastación de la Primera Hipótesis**

1. Operativización de la Primera Hipótesis.....	57
2. Entrevistas personales .....	59
2.1. Justificación de las cuestiones de la Entrevista.....	59
3. Cuestionario inicial acerca del uso y consumo del Agua.....	65
3.1. Justificación de los ítems elegidos .....	70

**IV Presentación y Análisis de los Resultados Obtenidos en la Contrastación de la Primera Hipótesis**

1. Caracterización de la muestra. ....	83
2. Justificación de los agrupamientos de las submuestras.....	85
3. Análisis de los resultados obtenidos de aplicar los instrumentos de contrastación de la Hipótesis.....	87
3.1. Resultados de aplicar el instrumento de análisis 0.....	87
3.2. Resultados de aplicar los instrumentos de análisis para contrastar la Hipótesis Derivada 1 .....	89
3.3. Resultados de aplicar los instrumentos de análisis para contrastar la Hipótesis Derivada 2 .....	92
3.4. Resultados de aplicar los instrumentos de análisis para contrastar la Hipótesis Derivada 3 .....	95
3.5. Resultados de aplicar los instrumentos de análisis para contrastar la Hipótesis Derivada 4 .....	100
3.6. Resultados de aplicar los instrumentos de análisis para contrastar la Hipótesis Derivada 5 .....	103
3.7. Resultados de aplicar los instrumentos de análisis para contrastar la Hipótesis Derivada 6 .....	106

**V Segunda Hipótesis de Trabajo: Enunciado y Fundamentación**

1. Enunciado de la Segunda Hipótesis de trabajo .....	111
2. Fundamentación de la segunda Hipótesis .....	114

**VI Diseño Experimental para la Contrastación de la Segunda Hipótesis**

0. Introducción. Operativización de la Segunda Hipótesis de trabajo .....	125
1. Instrumento para contrastar la Primera Hipótesis derivada .....	127
Características de una Unidad Didáctica para formar al alumnado en educación ambiental.....	127
2. Instrumento para contrastar la Segunda Hipótesis derivada .....	129
La Evaluación de la Unidad Didáctica.....	129
2.1. Instrumentos para contrastar la Primera Subhipótesis de la Segunda Hipótesis Derivada .....	131
2.1.1. Instrumento para evaluar el cambio conceptual y actitudinal del alumnado: Cuestionario Final .....	132
2.1.2. Instrumento para evaluar el cambio actitudinal. Iniciativas observadas en el alumnado mientras se desarrolla la Unidad Didáctica.....	137
2.2. Instrumento para contrastar la Eficacia de la Unidad Didáctica en relación a la Enseñanza Tradicional .....	139

**VII Resultados de la Segunda Hipótesis y de sus Hipótesis Derivadas**

0. Introducción. ....	141
1. Resultados de la contrastación de la Primera Hipótesis Derivada. Presentación de la Unidad Didáctica elaborada (Anexo I).....	142
2. Resultados de la contrastación de la Segunda Hipótesis Derivada .....	151
2.1. Resultados sobre el cambio conceptual y actitudinal en el alumnado después de desarrollar la Unidad Didáctica en el aula.....	152
2.1.1. Resultados de aplicar el Cuestionario Final a la muestra experimental del alumnado .....	152

	<b><i>Página</i></b>
2.1.2. Resultados de evaluar el Cambio Actitudinal del alumnado.....	169
2.2. El Cambio Conceptual y Actitudinal se produce con mayor eficacia que en una Enseñanza Tradicional .....	173
2.2.1. Comparación de la nota inicial con la final en los niveles del grupo experimental.....	176
<b>VIII Conclusiones y Perspectivas</b>	
1. Introducción y conclusiones sobre la Primera Hipótesis de trabajo.....	179
2. Conclusiones sobre la Segunda Hipótesis de trabajo .....	183
3. Perspectivas .....	186
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	189
<b>ANEXOS</b> .....	207
<b>Anexo I: Unidad Didáctica “¡¡AGUA!!”</b> .....	209
<b>Anexo II: Secuenciación de las Actividades de la Unidad Didáctica</b> .....	411
<b>Anexo III: Juegos Didácticos</b> .....	417
<b>Anexo IV: Informe de una Investigación</b> .....	425
<b>Anexo V: Murales elaborados</b> .....	433
<b>Anexo VI: Fotos registradas en Salidas Pedagógicas</b> .....	437
<b>Anexo VII: Resultados de la Entrevista y del Cuestionario Inicial</b> .....	443
<b>Anexo VIII: Registro de Figuras, Tablas y Cuadros</b> .....	449

## Capítulo I

# INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1. INTRODUCCIÓN

Vivimos una situación de auténtica emergencia planetaria, marcada por toda una serie de graves problemas estrechamente relacionados: contaminación y degradación de los ecosistemas, agotamiento de recursos, crecimiento incontrolado de la población mundial, desequilibrios insostenibles, conflictos destructivos, pérdida de diversidad biológica y cultural, hiperconsumismo y pérdida de los derechos a un desarrollo sostenible (*derechos humanos de tercera generación*), que se califican como *derechos de solidaridad* “porque tienden a preservar la integridad del ente colectivo” (Vercher, 1998) y que incluyen, de forma destacada, el derecho a un ambiente sano, a la paz y al desarrollo para todos los pueblos y para las generaciones futuras, (Vilches, A. y Gil, D., 2003).

Esta situación de emergencia planetaria aparece asociada a comportamientos individuales y colectivos orientados a la búsqueda de beneficios particulares y a corto

plazo, sin atender a sus consecuencias para los demás o para las futuras generaciones. Un comportamiento fruto, en buena medida, de la costumbre de centrar la atención en lo más próximo, espacial y temporalmente.

Los educadores, en general, no estamos prestando suficiente atención a esta situación pese a llamamientos como los de Naciones Unidas en las Cumbres de La Tierra (Río 1992 y Johannesburgo 2002).

Es preciso, por ello, asumir un compromiso para que toda la educación, tanto formal (desde la escuela primaria a la universidad) como no formal (museos, media...), preste sistemáticamente atención a la situación del mundo, con el fin de proporcionar una percepción correcta de los problemas y de fomentar actitudes y comportamientos favorables para el logro de un desarrollo sostenible. Se trata, en definitiva, de contribuir a formar ciudadanas y ciudadanos conscientes de la gravedad y del carácter global de los problemas y preparados para participar en la toma de decisiones adecuadas.

Con esta investigación pretendemos conocer algunos de los problemas educativos que existen sobre la enseñanza-aprendizaje del medio ambiente y en concreto en torno al agua dulce, (entendiendo como tal agua con menor concentración en sales en comparación con el agua de mar que se denomina salada), a su uso y consumo, así como a su escasez, a la sobreexplotación de acuíferos, a la falta de calidad, a la contaminación difusa, a la eutrofización, acercándonos a los problemas de la contaminación de acuíferos, las avenidas-inundaciones, la erosión del suelo, las zonas húmedas contaminadas por la intrusión marina o desecadas por el hombre, etc. Son muchos los problemas que tiene nuestra sociedad en lo que respecta al agua, puesto que todo lo que vive y respira sobre la Tierra tiene necesidad de ella, pero no se puede disponer de este recurso con la misma facilidad y calidad en todos los lugares de nuestro planeta.

Cada habitante del planeta consume hoy el doble de agua que a principios de siglo, pero un tercio de la población mundial no tiene la que necesita. El consumo de agua de las distintas sociedades humanas es un indicador de su grado de desarrollo. Varía entre 3 litros por habitante y día en las zonas más deprimidas de la Tierra, carentes de equipamiento, y 450 litros por habitante y día en las zonas urbanas residenciales, lo afirma Francisco Javier Martínez, (1996).

Maude Barlow (2001), presidenta nacional del Council of Canadians (Consejo de los Canadienses) y Presidenta del Comité sobre mundialización del agua del IFG, afirma que el consumo mundial del agua dobla cada veinte años, es decir a un ritmo dos veces mayor que el del crecimiento de la población humana. Según las Naciones Unidas, el agua potable ya escasea para mil millones de personas. De seguir así, de aquí al año 2025, la demanda de agua dulce llegará a superar la disponible hoy día en un 56 por ciento y en contraste con su afirmación está la señalada por ella misma y Tony Clarke (2004) acerca del tremendo derroche de agua que se lleva a cabo por parte de algunas personas, concretan que muchos americanos del norte utilizan cerca de 500.000 litros de agua cada año.

Recapitulando, podemos afirmar que las causas principales de la actual problemática del agua son dos: el excesivo consumo y la contaminación, que provocan escasez del agua potable disponible en muchas zonas de nuestro planeta.

Los problemas existentes en torno a la escasez o carencia de calidad del agua son ya graves, pero en un futuro pensamos que se acentuarán, por lo que nuestro alumnado deberá estar preparado para afrontarlos con seriedad. Para ello es indispensable que conozca toda la problemática existente en torno a un recurso tan vital como es el agua, con el fin de que:

1. Se conciencie sobre la necesidad del uso racional y responsable del agua.
2. Evalúe sus propias experiencias y comprenda el hecho de que somos los seres humanos los principales protagonistas y responsables del cambio cuantitativo y cualitativo que se ha producido a nivel global en el agua.
3. Se conciencie de la necesidad para todo ser vivo de disponer de agua, y de que existan medios que mejoran su gestión.

Puesto que son problemas que nos afectan a todos, debemos abordarlos desde nuestra posición en la sociedad colaborando con los técnicos, expertos y Administración, a fin de que con nuestro compromiso y esfuerzo mejore la situación en que se encuentra nuestro vital recurso y con ello nuestra calidad de vida, ya que como dice Ramón Llamas (2001) “el agua puede acabarse, de hecho en algunas zonas del mundo ya se ha acabado y no podemos esperar a que ello nos ocurra a nosotros”.

Gavidia (2004), afirma que parece evidente que hasta que los problemas no nos afectan no nos preocupamos por ellos, por eso es importante que el alumnado, que a

veces no es consciente de los problemas de su entorno, los conozca, los estudie e intente encontrar soluciones. Éste es uno de los objetivos que se pretende conseguir con la Unidad Didáctica diseñada, porque como señala este autor, la profundización en la problemática ambiental hace ver la complejidad de la misma, que no hay una relación directa causa-efecto, que todas las actuaciones sobre el entorno están interrelacionadas, y que la dimensión humana, social y cultural posee una enorme trascendencia en los desequilibrios ambientales. Por ello, si el alumno estudia la situación en la que se encuentra su entorno próximo, comprenderá que las acciones humanas están influenciando esa evolución negativa y que él también influye, pero según sus acciones puede mejorar la situación del problema o agravarla.

A continuación, en la línea de lo comentado, presentamos un esquema propuesto por Fernández (1996), figura 1, que pretende explicar cómo conseguir sensibilizar al alumnado frente a las problemáticas ambientales de su entorno próximo, así mismo también se pretende incrementar el conocimiento en profundidad de los problemas y la comprensión de lo que ocurre, se persigue lograr finalmente una participación activa por parte del alumnado a favor del medio. De este modo, se utiliza el entorno próximo como un recurso metodológico a través del cual, se pueden desarrollar en el alumnado capacidades individuales, viviendo experiencias que desarrollan competencias curriculares, a la par que se fomenta el conocimiento y comprensión del medio y por último, fomentan y propician la participación acción, que hará de los estudiantes verdaderos defensores de su entorno natural.

En esta figura 1, se constata que se considera al Medio como objetivo de nuestro crecimiento, desarrollo y acción pues Fernández (1996) afirma que las intencionalidades de la Educación Ambiental hacen hincapié en la capacitación y comprensión del medio ambiente, en la toma de conciencia y sensibilización hacia éste y en una capacidad de actuación y participación derivadas de la aptitud para anticipar e identificar los problemas y prevenirlos o resolverlos.

Por ello la Educación Ambiental debe proporcionar los medios para interpretar la interdependencia de los factores físicos, naturales, económicos, sociales y culturales en el espacio y en el tiempo.

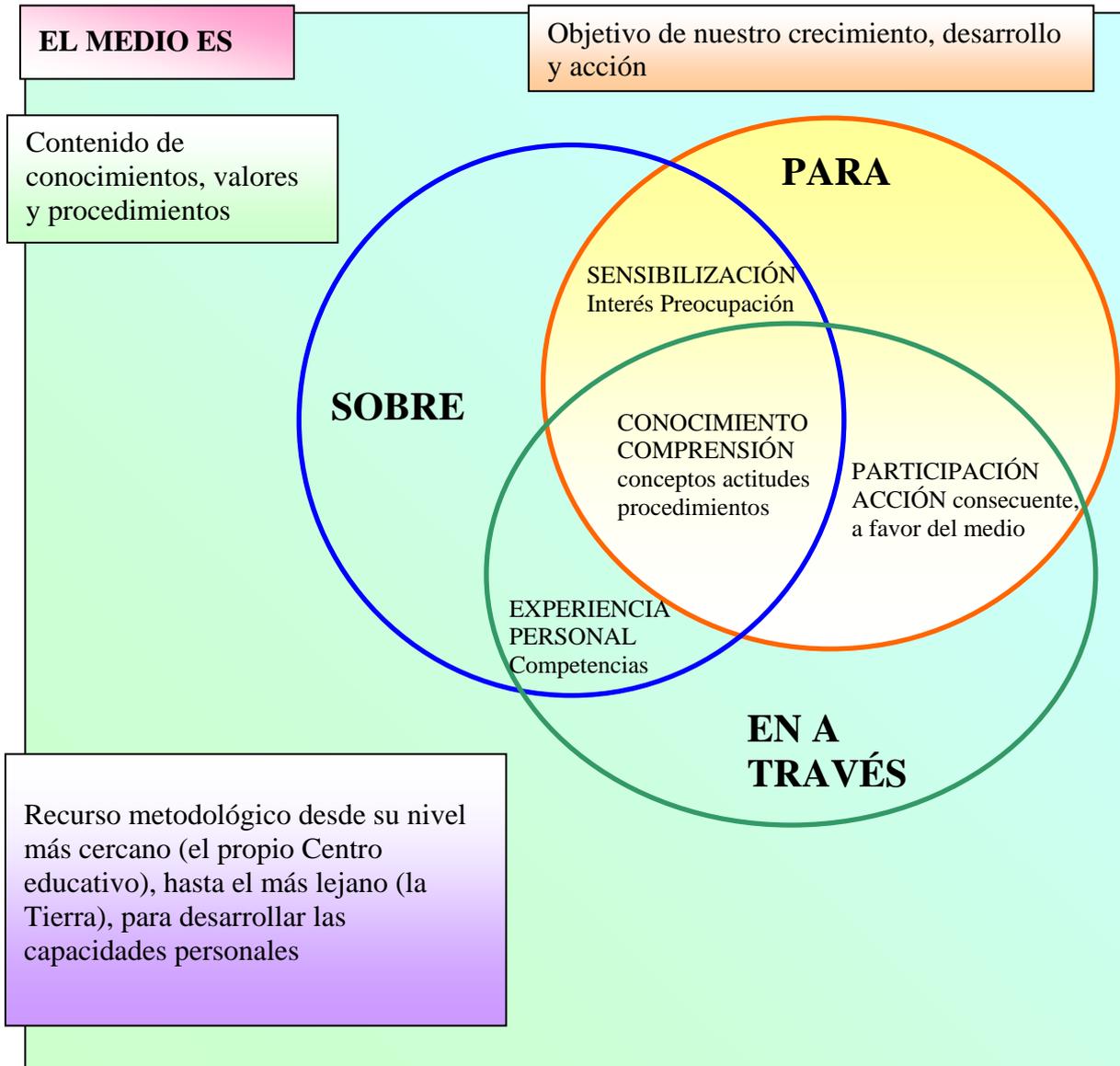


Figura 1: La educación ambiental en el medio, sobre el medio y para el medio (Fernández, 1996)

La Educación Ambiental debe clarificar también las vinculaciones del medio ambiente con el desarrollo y las formas de vida y las repercusiones de nuestras opciones de vida y consumo sobre otros seres vivos y desarrollar, en consecuencia, un espíritu universal y solidario con el presente y el futuro de la humanidad, favoreciendo la utilización nacional y prudente de los recursos, promoviendo modos de vida más armoniosos con el medio ambiente y proporcionando la “experiencia práctica” en el entorno y la posibilidad de participar activamente en las tareas para la resolución de los problemas ambientales.

Además de lo ya dicho la **necesidad** de desarrollar en el aula este tema viene avalada por la declaración de la Asamblea General de las Naciones Unidas que

proclamó, en su Resolución 55/196 a propuesta del gobierno de Tajikistán y con el apoyo de 148 países, el año 2003 como Año Internacional del Agua Dulce. Esta Resolución hace un llamamiento a los gobiernos de los diferentes países, al sistema de las Naciones Unidas y a los diferentes actores para que contribuyan a mejorar la toma de conciencia ciudadana de la importancia de un uso sostenible, de la gestión y de la protección del agua dulce. La resolución hace igualmente un llamamiento a los gobiernos, las organizaciones nacionales e internacionales y al sector privado para que éstos ofrezcan su contribución voluntaria y propongan su manera de respaldar este evento. Por ello, desde la Escuela, debemos contribuir a este llamamiento y fomentar en nuestro alumnado el desarrollo de conocimientos y valores relacionadas con la conservación, mejora y uso sostenible del agua dulce, y a ello se destina fundamentalmente el presente Proyecto.

La toma de postura de la Asamblea de las Naciones Unidas se debe a la preocupante situación que atraviesa nuestro planeta en todo lo relativo a su Medio ambiente y en particular con el agua. De hecho, gran parte de sus programas están dedicados a esta problemática y son cientos los expertos en Educación Ambiental que trabajan para demostrar que es posible establecer mecanismos permanentes de ahorro de agua en las ciudades, mediante la sensibilización de la población, de las administraciones locales y de las pequeñas y medianas empresas, hacia una nueva cultura respetuosa con el agua.

Los problemas y desafíos a los que nos enfrentamos son múltiples y ello ha motivado que muchos organismos y conferencias internacionales, como la UNESCO, hagan llamamientos para que educadores de todas las materias y niveles contribuyamos a que los ciudadanos y ciudadanas adquieran una correcta percepción de estos problemas. Consideramos, por tanto, que trabajos como el que proponemos suponen un cumplimiento de nuestra obligación como profesionales y como ciudadanos responsables. Nuestro interés se centra, no sólo en un puro conocimiento de la materia por parte de nuestro alumnado, sino que procuramos ir un poco más lejos, nuestro propósito es que **entienda, ame y conserve nuestros recursos**, siguiendo el proverbio indonesio “*Conservamos sólo lo que amamos, amamos sólo lo que entendemos y entendemos sólo lo que nos han enseñado*”, de ahí, el interés pedagógico que tiene realizar trabajos que procuren generar actitudes y despertar sensibilidades.

La **urgencia** del tema se basa en los datos de los que disponemos, ya que desgraciadamente, en el mundo existe una crisis del agua. La problemática en torno a este recurso, vital e insustituible, es diversa y depende de la zona geográfica que se considere. Federico Mayor Zaragoza (2000), exdirector general de la UNESCO, considera la crisis del agua como uno de los desafíos más graves ante los que se encuentra el mundo de hoy. En efecto, en el siglo pasado, mientras la población se triplicó, la demanda mundial de este precioso elemento se multiplicó por más de seis. De no mejorar los recursos hídricos, en el 2025 dos tercios de la humanidad padecerán problemas derivados de la penuria del agua.

Podemos afirmar que los principales problemas del agua se deben a:

- ✚ La baja calidad del agua debido al uso insostenible que se hace de ella, tanto urbano, como agrícola e industrial.
- ✚ La escasez del recurso, pues hay zonas en las que no hay suficiente agua para cubrir las necesidades más básicas.
- ✚ La rápida pérdida de los humedales por intervención antrópica.
- ✚ La sobreexplotación y contaminación de acuíferos subterráneos, con las dificultades de su recarga.
- ✚ El hambre en el mundo, ya que la escasez de agua significa que no pueden regarse los cultivos y se pierden las cosechas (el 70 % del agua del planeta se utiliza en ese fin).

Todo ello nos señala la necesidad perentoria de que la escuela desarrolle la problemática ambiental del agua con el fin de obtener ciudadanos responsables y concienciados acerca de un uso sostenible de los recursos del planeta, lo que viene avalado en lo propuesto por la Década por una Educación para la Sostenibilidad, en la que una agrupación de científicos y docentes, denuncia la grave situación en la que nos encontramos y la necesidad de que se cambien las prácticas erróneas que nos llevan a ese deterioro de nuestro planeta (OEI, 2005).

Ciñéndonos a la problemática del agua en España, vamos a considerar tres variables: la cantidad y la calidad de las aguas de las distintas cuencas hidrológicas, así como la demanda de la misma, ya que son las más importantes que intervienen.

Sobre la cantidad de agua, o mejor sobre los problemas de escasez de agua, vienen recogidos en el Libro Blanco del agua (Ministerio de Medio Ambiente, 2000), donde se dice que en España hay dos clases de cuencas desde el punto de vista del déficit: unas con déficit estructural y otras con déficit coyuntural. Estas últimas son las que pueden equilibrar sus balances hídricos con la aplicación de todas las medidas previstas (ahorro, obras hidráulicas, reutilización, etcétera), mientras que las que tienen déficit estructural sólo pueden lograr el equilibrio mediante aportes externos.

Esta situación se ilustra en la figura 2, en la que la aportación significa la lluvia que se registra en la cuenca y el coeficiente de escorrentía, la relación entre el caudal del curso de agua y la precipitación anual. Indica qué porcentaje de la precipitación anual circula, de media.

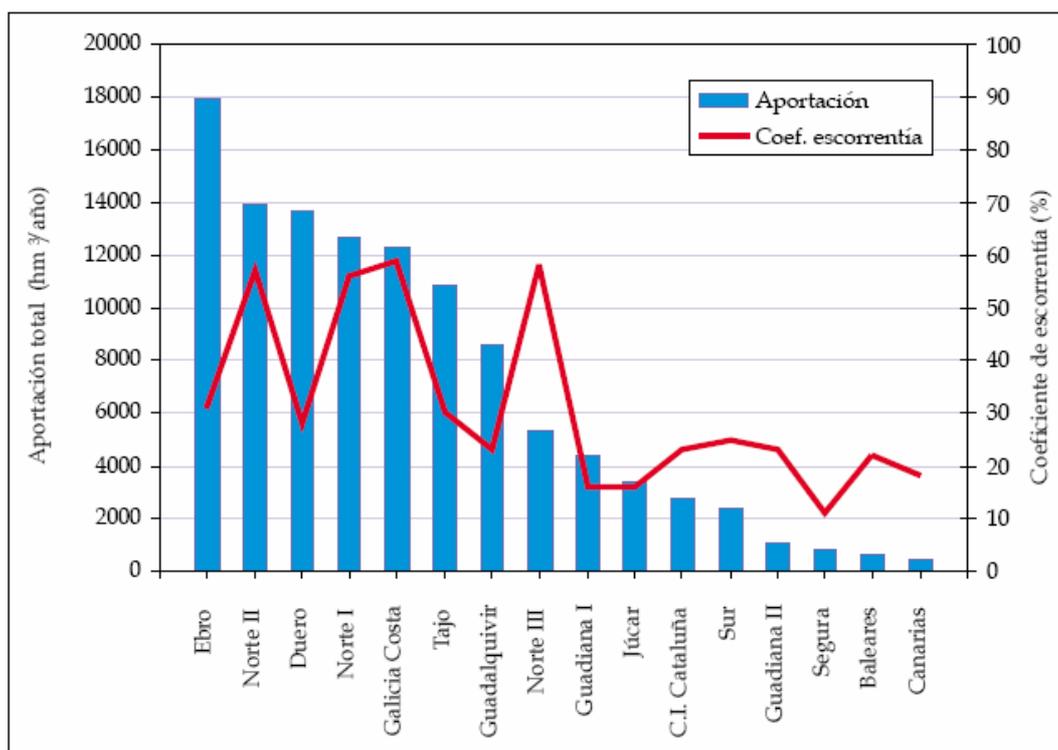


Figura 2: Aportaciones totales medias anuales ( $hm^3/año$ ) y coeficientes de escorrentía en régimen natural en los diferentes ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos.  
Fuente: Libro Blanco del Agua (2000).

El caudal se ha valorado en función de los litros de agua que pasan en un segundo sobre un área de 1 km y esa cantidad es la escorrentía o altura en milímetros de agua de lluvia escurrida y extendida uniformemente, como normalmente se considera a la escorrentía como la precipitación menos la evapotranspiración real, se comprende que el coeficiente de escorrentía esté por encima de las aportaciones en las cuencas con

mayores déficits hídricos, ya que además de llover poco las elevadas temperaturas provocan una mayor evaporación que hacen que la escorrentía sea menor de lo que ya era.

La figura 2 muestra las escorrentías, o aportaciones en forma de lluvia medidas en mm de altura (aportaciones específicas), junto con los coeficientes de escorrentía, y proporciona una imagen verdaderamente expresiva de la diversidad hídrica de España. Puede verse que los territorios con mayor abundancia de agua por unidad de superficie son, a gran distancia del resto, los del Norte y Galicia (es decir, estrictamente la España húmeda) con valores superiores a los 700 mm/año, mientras que en el resto (la España seca) no superan los 250 mm/año.

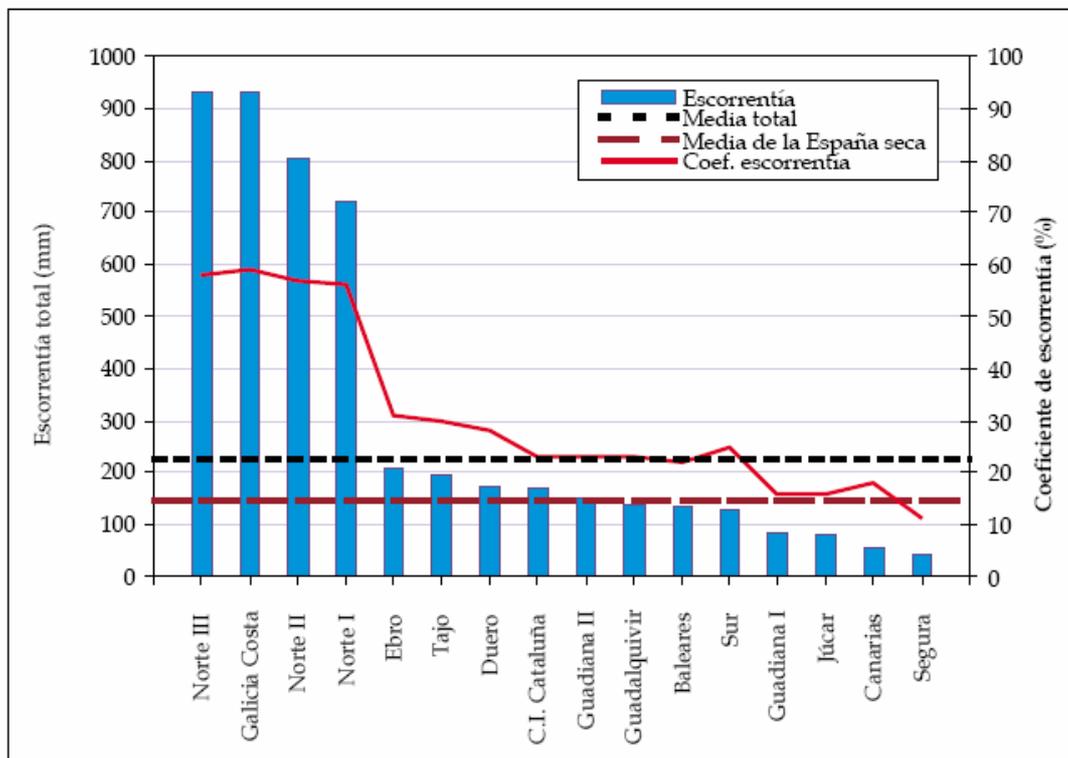


Figura 3: Escorrentías medias anuales (mm) y coeficientes de escorrentía en régimen natural en los diferentes ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos.

Fuente: Libro Blanco del Agua (2000).

La menor aportación específica de España se produce en la cuenca del Segura, que no alcanza los 50 mm/año, es decir, unas 20 veces inferior a la de Galicia, 5 veces inferior a la media nacional, y 3 veces inferior a la media de la España seca.

Sobre la calidad de los cursos de agua. Hay muchos modos de valorar la calidad del agua, nosotros nos fijaremos en el índice de la calidad biológica que está en función de los invertebrados que pueden habitarla.

A principio de siglo, Kolkwitz & Marsson (1902, 1908 y 1909) presentaron un índice biológico conocido como el sistema de los saprobios. Este se basa en la adaptación de los organismos acuáticos a las sucesivas fases de descomposición de la materia orgánica procedentes de usos industriales, domésticos y agrícolas. Los ambientes se ordenan en sucesión lineal, desde mayor a menor concentración de materia orgánica (Margalef, 1983). Las continuas interferencias producidas por las actividades humanas sobre el medio ambiente, y en particular sobre el acuático, han provocado la existencia de diferentes formas de modular el impacto antrópico producido por los ríos (Lang & Reymond, 1994).

El índice BMWP' es una modificación del Biological Monitoring Working Party Score System (BMWP) (ISO-BMWP, 1979). Debido a las notables ausencias en la fauna inglesa de especies presentes en la Península Ibérica, Alba Tercedor y Sánchez Ortega (1988), incluyeron estas últimas, asignándoles los valores correspondientes en la tabla original con puntuaciones de 1 a 10 en función de su grado de sensibilidad a la contaminación. El valor definitivo es la suma de los valores correspondientes a cada familia recolectada.

Los resultados más recientes obtenidos del análisis de la calidad del agua utilizando el índice BMWP' en los últimos años por diferentes instituciones de todo el territorio nacional se reflejan en el mapa de calidad biológica representado en la figura 4.

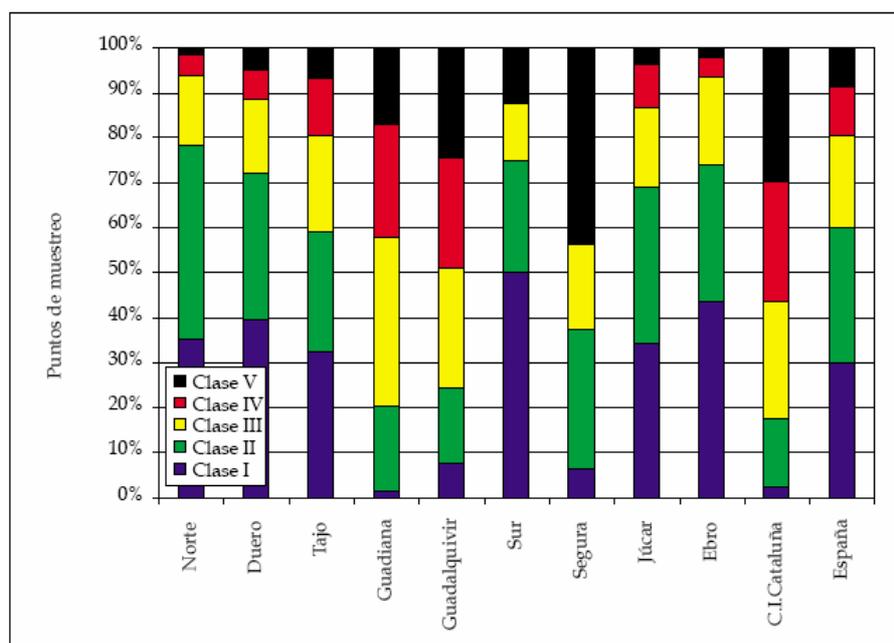


Figura 4: Distribución por cuencas de las clases de calidad según el índice BMWP'. Fuente: Libro Blanco del Agua (2000).

Calidad del Agua	Puntuación por sensibilidad	Características
Clase I	> 120	Aguas muy limpias
	101 – 120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible
Clase II	61 – 100	Son evidentes algunos efectos de contaminación
Clase III	36 – 60	Aguas contaminadas
Clase IV	16 – 35	Aguas muy contaminadas
Clase V	< 16	Aguas fuertemente contaminadas

Tabla 1: Clases de calidad según el índice (BMWP')  
Fuente: Libro Blanco del Agua (2000).

En cuanto a la demanda de agua en España, vamos a relacionarla con la que se realiza en distintos países europeos y en EE.UU. Esta demanda se reparte, según los recursos y las características naturales y socioeconómicas de cada uno de ellos, como puede contemplarse en la tabla 2. Estudiando dicha tabla observamos que la demanda total per cápita en España, con un volumen de 900 m<sup>3</sup> por habitante y año, sólo es superada por Italia dentro del contexto Europeo, donde el valor medio es de 662 m<sup>3</sup>/habitante/año. En relación con los recursos disponibles la demanda total en España es también superior a la media europea, estimándose el cociente entre demanda total y recursos en un 32%.

Pais	Población 1995 (1.000 hab)	Recursos renovables totales (km <sup>3</sup> /año)	Demanda total (hm <sup>3</sup> /año)	Demanda per cápita (m <sup>3</sup> /hab/año)	Ratio Demanda/ Recursos
Alemania	82.400	164	58.862	714	0,36
Austria	7.968	84	2.361	296	0,03
Bélgica	10.141	16	7.015	692	0,44
Dinamarca	5.225	6	916	175	0,15
España	39.238	111	35.323	900	0,32
Finlandia	5.115	110	3.345	654	0,03
Francia	58.251	188	40.641	698	0,22
Grecia	10.480	60	5.040	481	0,08
Irlanda	3.575	52	1.212	339	0,02
Italia	56.126	175	56.200	1.001	0,32
Países Bajos	15.534	91	12.676	816	0,14
Portugal	9.915	66	7.288	735	0,11
Reino Unido	58.204	145	12.117	208	0,08
Suecia	8.852	174	2.708	306	0,02
Total UE	371.024	1.187	245.704	662	0,21
Estados Unidos	260.651	2.520	453.651	1.740	0,18

Tabla 2: Recursos y demandas totales en la Unión Europea  
Fuente: Libro Blanco del Agua (2000).

Si consideramos la demanda per capita, véase tabla 2, España e Italia son los dos países en los que se alcanzan los mayores valores, de tal forma que, entre ambos, consumen la tercera parte del total consumido en la UE.

En España, con las premisas anteriores y con los actuales niveles de demanda, los déficit se localizan fundamentalmente en la cuenca del Segura, cabecera del Guadiana, sistema Vinalopó-Alacantí (Alicante) y comarca de la Marina Baja en el Júcar, zona oriental de la cuenca Sur (sistemas de Sierra Filabres-Estancias (Almería), Sierra Gador-Filabres (Almería) y Sierra Nevada (Granada y Almería)), junto con otros sistemas de menor extensión que abarcan los afluentes del Ebro en su margen derecha: Huerva, Aguas Vivas, Huecha y Queiles. Aunque todos estos sistemas son deficitarios, los que se encuentran en una situación más grave son la cabecera del Guadiana y el conjunto formado por los sistemas meridionales del Júcar, el Segura y los sistemas orientales del Sur.

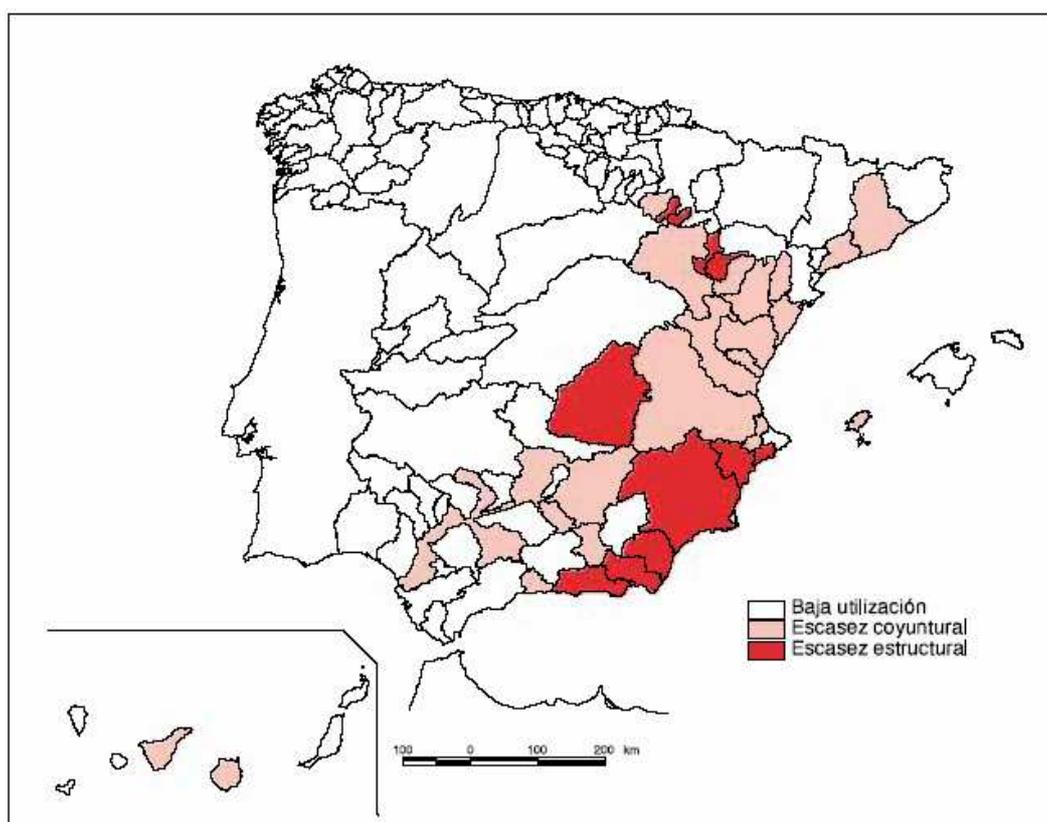


Figura 5: Mapa de riesgo de escasez en los sistemas de explotación  
Fuente: Libro Blanco del Agua (2000).

En la figura 5 puede apreciarse la distribución de los tres tipos de sistemas hidrológicos en España:

- A. Los sistemas deficitarios que padecen una escasez de tipo estructural, es decir, el recurso potencial, incluyendo reutilización, desalación y transferencias, es sistemáticamente inferior al nivel de consumo que se pretende alcanzar.
- B. Un conjunto de sistemas que, aún presentando superávit, corren el riesgo de sufrir una escasez de carácter coyuntural, debido a que sus niveles de consumo se hallan relativamente próximos al recurso potencial. En tales condiciones, secuencias hidrológicas adversas podrían dar lugar a problemas de suministro por insuficiencia de recursos. Estas situaciones de escasez coyuntural se presentan en Hoya de Guadix, Jaén y sistema de regulación general del Guadalquivir, Sierra Tejada-Almijara en el Sur, la práctica totalidad del Júcar, si se exceptúa la Marina Alta y los sistemas con escasez estructural (Vinalopó-Alacantí y Marina Baja), Alhama, Jalón, Martín, Guadalupe y Matarraña en la margen derecha del Ebro, sistemas Centro y Sur de Cataluña y en las islas de Ibiza, Tenerife y Gran Canaria.

Como puede apreciarse en la figura que comentamos, una parte importante de los sistemas de explotación de la mitad suroriental de la península, junto con algunos sistemas de la margen derecha del Ebro, parte de Cataluña y algunas islas, estarían sometidos, aún en el hipotético caso de máximo aprovechamiento de los recursos potenciales, incluyendo desalación y transferencias y máximo grado de reutilización, a una escasez de recursos de carácter estructural o coyuntural.

- C. El tercer tipo de sistemas correspondería a aquellos que disponen de más recursos hídricos de los que necesitan, son de baja utilización, ya que, con respecto a su demanda, disponen de un potencial que no van a necesitar.

En estas circunstancias, si se pretende alcanzar la razonable satisfacción de las demandas actuales, la solución para corregir tales descompensaciones sólo puede proceder del incremento de la aportación de recursos externos, procedentes del mar mediante desalación, o de otros sistemas no sometidos a dicho riesgo y con bajo nivel de utilización de su potencial de recursos, es decir aquellos que disponen de recursos hídricos excedentes.

Como consecuencia de lo dicho y para resolver fundamentalmente la escasez estructural en el ámbito de la cuenca del Segura, el Gobierno del Sr. D. José María Aznar propuso que se elaborara el Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional

(PHN) según el cual se planificó un trasvase que permitiese transferir aguas de la cuenca del Ebro a la del Segura, incluyendo las deficitarias comprendidas entre ambas.

Este anteproyecto de la Ley del PHN, generó una gran polémica entre los ciudadanos españoles, de modo que dependiendo de cuales fueran sus ideologías y/o su lugar de residencia habitual se inclinaron a favor o en contra de que este Plan Hidrológico Nacional se llevase a cabo. Ramón Llamas, (2001) afirma que “las aguas subterráneas prácticamente no se utilizan en el abastecimiento urbano (de las localidades españolas), a diferencia de muchos países europeos y de todo el mundo. Mientras que la propia Unión recomienda que el 75% del agua destinada a abastecimiento urbano proceda de aguas subterráneas, en nuestro país este porcentaje tan sólo llega a un 25%”. Finalmente afirma que “es vital que todos conozcamos conceptos básicos de los acuíferos, de su directa relación con los humedales y de la política del agua en general”.

Conocer el problema del agua es imprescindible para prevenir las actitudes negativas y los comportamientos, pero sobre todo para potenciar disposiciones personales a favor de su ahorro y adecuado consumo.

Para concluir con esta polémica nos gustaría destacar la afirmación de Ramón Llamas “el agua puede acabarse, de hecho en algunas zonas del mundo ya se ha acabado, hay que hacer algo para que no nos ocurra eso a nosotros”, por lo que todos estamos obligados a adoptar una nueva cultura del agua, pues tenemos unas elevadas tasas de consumo, esencialmente los españoles. Mientras en el resto del mundo el uso total de agua dulce en todos los ámbitos (incluyendo el riego) asciende a 1800 litros por persona y día, en España es de 3290, casi el doble que la media Mundial.

En otro orden de cosas, queremos destacar la gran importancia de la masa forestal arbórea para contrarrestar la escasez de agua. Los bosques pueden captar y almacenar el agua, y ayudan a mantener su calidad filtrando productos contaminantes como los pesticidas. Más de 35 de las ciudades más grandes del mundo dependen para muchas de sus necesidades de agua potable de bosques total o parcialmente protegidos. Pero en nuestro país y en otros muchos, vemos como nuestros bosques, protegidos o no, se queman y desaparecen. Hay que potenciar más la masa boscosa de nuestros territorios, pues ello favorece la existencia de agua.

En el informe de la ONU (2003), *“Agua para todos, Agua para la vida”*, se reconoce que la contaminación, los efectos del cambio climático y el aumento del consumo son los factores más importantes de la actual crisis mundial del agua. El cambio climático repercute sobre los recursos hídricos del planeta siendo responsable de la disminución del agua en un 20%. Las condiciones meteorológicas extremas cada vez más frecuentes (sequías, inundaciones, tifones, etc.) afectan tanto a la calidad del agua, por el aumento de las cargas contaminantes, como a su disponibilidad, por las mayores necesidades de riego en agricultura. Este hecho sin duda provocará graves efectos sobre los ecosistemas acuáticos.

En dicho informe, la ONU estima que un litro de agua residual contamina 8 litros de agua dulce y concluye que la carga mundial de contaminación en el año 2003 podía ascender a 12.000 km<sup>3</sup>. En dicho año la industria química liberó al medio ambiente más de 100.000 sustancias sintéticas de las que sólo se conocen los efectos reales de un número muy reducido de ellas, entre los que cabe destacar el cáncer o las alteraciones del sistema hormonal. El vertido de una pequeña cantidad de sustancias tóxicas puede dañar irreparablemente un gran volumen de agua que no podrá ser destinada a otros usos.

Por último, las estimaciones sobre los recursos mundiales de agua dulce concluyen con las siguientes afirmaciones: *“1.100 millones de personas carecen de instalaciones necesarias para abastecerse de agua y 2.400 millones no tienen acceso a sistemas de saneamiento... A mediados del presente siglo, 7.000 millones de personas en 60 países sufrirán escasez de agua, en el peor de los casos, y en el mejor se tratará de 2.000 millones de personas en 48 países”* (ONU, 2000).

Según Greenpeace (2003), en España, un país donde la mayor parte del territorio puede considerarse árido o semiárido, más de un tercio de nuestros ríos presentan una contaminación grave, y las emisiones españolas de CO<sub>2</sub> ya en 2003 estaban por encima del 38% sobre los niveles de 1990. Los pronósticos para las próximas décadas, hasta 2060, son de una reducción del 17% de los recursos hídricos globales, sólo como efecto del cambio climático.

Como respuesta a la grave situación sufrida en nuestro planeta por carencia de agua potable o por su insuficiente calidad, la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó en su Resolución 55/196 el año 2003 como Año Internacional del Agua

Dulce. En ésta se hizo un llamamiento a los gobiernos y a las diferentes organizaciones internacionales para que ofreciesen su contribución voluntaria y propusiesen su manera de respaldar este evento. Por ello desde los Centros Docentes, debemos contribuir a este llamamiento y fomentar en nuestro alumnado el desarrollo de conocimientos y valores relacionados con la conservación, mejora y uso sostenible de los recursos dulceacuícolas.

Afortunadamente, durante el Consejo de Primavera de la Unión Europea celebrado en Bruselas, los días 22 y 23 de marzo de 2005, los jefes de Estado de la Unión Europea, por primera vez, aprobaron el objetivo de evitar una subida global de temperaturas por encima de 2° C sobre los niveles preindustriales. Esta decisión es coincidente con el principal objetivo del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, (CMNUCC), de junio de 1992, donde en el artículo 2° establece como objetivo: "la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera en un nivel que pueda prevenir una interferencia antropogénica peligrosa en el sistema climático. Tal nivel debería ser alcanzado dentro de un período suficiente como para permitir a los ecosistemas adaptarse naturalmente al cambio climático, para asegurar que la producción de alimentos no sea amenazada y para permitir el proceso del desarrollo económico de un modo sostenible". La recomendación de los jefes de Estado de la Unión Europea, sobre los objetivos, es la de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en los países desarrollados en un 30 % para el año 2020, comparado con los niveles de 1990.

Y mientras en unos lugares se derrocha y contamina el agua sin la menor preocupación, organizaciones y personas concienciadas vienen señalando con insistencia la problemática a los cuatro vientos, por ejemplo Barlow, M. y Clarke, T. (2004) que afirman "la humanidad está mermando, desviando y contaminando las reservas de agua potable del planeta tan rápida e implacablemente que todas las especies de la Tierra -incluida la nuestra- están en peligro mortal. Las reservas de agua de la Tierra son limitadas" y añaden "la crisis global del agua dulce representa probablemente la mayor amenaza jamás conocida para la supervivencia de nuestro planeta"

## 2. OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Nos encontramos inmersos en una sociedad consumista, en la que el nivel de vida se equipara al nivel de consumo. Esto constituye un círculo cerrado del que es difícil salir en la actual situación económica mundial. Para aumentar el nivel de vida se cree necesario aumentar el nivel de consumo; para ello se necesitan más bienes en el mercado y para obtener estos se necesita la explotación de más recursos.

Según afirma la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos OCDE en 1984 (Organización internacional intergubernamental que reúne a los países más industrializados de economía de mercado), “durante mucho tiempo se ha actuado como si los recursos fueran realmente ilimitados y el hombre se ha dedicado a su explotación de forma absolutamente irracional, en la mayoría de los casos para la obtención de bienes de consumo”. Por tanto podemos aseverar que en nuestro mundo los recursos escasean por la actitud expoliadora de nuestra sociedad, la calidad de vida se encuentra notablemente deteriorada, como consecuencia del mal llamado “progreso” y del “desarrollo tecnológico”, existen altos índices de contaminación tanto en el aire, como en el suelo y el agua, y la población mundial crece de forma desmesurada.

Uno de los recursos que está siendo esquilado (aunque sea renovable) es el agua, por ello se considera relevante profundizar en “*el uso y consumo del agua*”. Este tema es preocupante por la cantidad de problemas que lo envuelven, por encontrarse tan cercano al mundo real del alumnado y porque el alumnado desconoce el significado del uso del agua según un desarrollo sostenible.

Nos corresponde a todos buscar soluciones y adoptar las decisiones oportunas antes de que sea demasiado tarde. Ello exige una educación que impulse decididamente los comportamientos responsables, más allá de las simples opiniones favorables (Almenar, Bono y García 1998).

La investigación que se pretende realizar, quiere servir para que el profesorado y el alumnado aprendan procedimientos y se motiven en el tema de estudio. Para ello será necesario, dentro de una enseñanza-aprendizaje constructivista, crear espacios en el aula para que expongan y discutan sus ideas, a fin de encontrar posibles soluciones a los problemas que se les planteen, así como conocer y valorar críticamente las que otras personas o entidades hayan propuesto o incluso adoptado. Es fundamental facilitar al

alumnado la posibilidad de visionar otros modelos de desarrollo donde puedan comprobar que existen otras formas de actuar frente a la problemática del agua, más respetuosas con el medioambiente, de manera que no se generen conflictos o agraven los que ya existen, favoreciendo la resolución de los existentes. De este modo, los estudiantes se harán conocedores de la situación agobiante por la que pasamos en la actualidad a causa de la escasez y disminución de la calidad del agua, valorarán el porqué está ocurriendo, cómo podría evitarse, en que momento debería intervenir, etc.

*En resumen, en una situación como la descrita de escasez de agua, reparto desigual, difícil accesibilidad, seria contaminación y uso inadecuado y consumista, nuestro problema de investigación se centra en conocer las representaciones que tiene el alumnado sobre esta problemática y elaborar recursos didácticos que le faciliten un cambio conceptual, actitudinal y comportamental, que le acerquen a la necesidad de uso racional del agua en la sociedad donde vive.*

El uso racional de los recursos hídricos y su gestión para evitar el desabastecimiento ha sido señalado por la UNESCO (2003) como **uno de los mayores problemas** a los que se enfrentará la Humanidad en el siglo XXI. A su vez, las Naciones Unidas (2003), han declarado el período 2005-2015 Decenio Internacional "Agua para la vida".

### 3. ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN

Atendiendo al problema planteado nuestro trabajo queda dividido en dos grandes apartados:

En el primero trataremos de conocer cuales son las representaciones que tiene el alumnado acerca del agua.

En el segundo, intentaremos mejorarlas a través de una propuesta didáctica que evaluaremos convenientemente.

Dicha propuesta se denomina ¡¡AGUA!! Su elaboración ha sufrido la evolución propia del tiempo y de la interacción con el alumnado y los compañeros profesores y profesoras que han ayudado en nuestra investigación.

Hemos destacado en los apartados anteriores la importancia vital del agua dulce y el mal uso que se hace de ella. Pensamos que el alumnado desconoce su problemática y lo que debería hacer diariamente en su uso cotidiano. Nuestra hipótesis es que si conociese mejor todos los contenidos relacionados con la crisis del agua existente hoy en día, aprendería a usarla valorándola como es debido.

Por todo lo dicho, nuestra investigación la desglosamos en dos partes. En la primera averiguaremos cuales son los modos de pensar de nuestro alumnado en torno a la importancia que otorga al agua para su vida y para la de los demás seres vivos, así como cuáles son sus prácticas. Pretendemos también indagar cuáles son sus conocimientos en torno a la problemática existente en nuestro mundo en torno al agua dulce, y cuáles son sus conceptos sobre la gestión del agua por las personas, desarrollo sostenible y uso del agua según un desarrollo sostenible.

En la segunda parte buscaremos su cambio conceptual, actitudinal y de comportamientos a través de la Unidad Didáctica diseñada a tal fin, por lo que afirmamos que si el alumnado trabaja una Unidad Didáctica adecuada, conseguirá aprender los contenidos trabajados y mejorar sus actitudes y prácticas.

Por ello, presentaremos el recurso didáctico diseñado a una muestra determinada de estudiantes para, con posterioridad, evaluarla convenientemente a fin de comprobar los cambios obtenidos. Debemos señalar que la muestra de alumnos está compuesta por estudiantes de 1er curso de ESO y estudiantes de 1º y 2º de GES (adultos), dado que la autora de la investigación presta sus servicios en este nivel educativo.

La Unidad Didáctica elaborada ha tenido una buena consideración donde ha sido presentada obteniendo 4 premios en distintos momentos de su evolución.

La labor desarrollada en torno a la problemática del agua, viene de antiguo, ya en los *Premios 1999 a la Innovación Educativa*, de la Consellería de Cultura, Educación y Ciencia, se obtuvo el *Primer Premio* con el trabajo “*El alumnado de Diversificación Curricular como germen de desarrollo de un proyecto de Educación Ambiental en la gestión del agua*”. Una primera versión, mucho más reducida que la actual, se presentó a los “*Premis 2003 de la Comunitat Valenciana a la integració dels temes transversals en el currículum*” convocados por la Orden del 4 de abril de 2003 (DOGV de 6-5-03), se obtuvo el *3<sup>er</sup> premio*, según la resolución del 14 de octubre de 2003, (DOGV de 29-10-03, nº 4618). El trabajo presentado fue: *El agua, esa*

**compañera inseparable**. El tercer reconocimiento fue un **Segundo Premio Nacional de Innovación Educativa**, según resolución de 15 de noviembre de 2004 de la Secretaría General de Educación, (BOE 30-12-2004, nº 314) el trabajo presentado fue la Unidad **¡¡AGUA!!**, que se utiliza en la presente investigación. Y por último, en 2006 se vuelve a presentar la misma, ya editada por el Ministerio de Educación, al concurso **Premio Aula 2007 al mejor libro de Educación** editado en el 2006, recibiendo una **mención de honor**.

## **Capítulo II**

# **PRIMERA HIPÓTESIS DE TRABAJO ENUNCIADO Y FUNDAMENTACIÓN**

## **1. ENUNCIADO DE LA PRIMERA HIPÓTESIS DE TRABAJO**

En el Informe final de la Conferencia de Tbilisi. 1977 leemos: "En estos últimos años se ha manifestado en el plano mundial y a nivel de los Estados una toma de conciencia gradual del papel que incumbe a la educación en la comprensión, la prevención y la solución de los problemas del medio ambiente. Actualmente se sabe que la clave de estos problemas estriba en buena medida en los factores sociales, económicos y culturales que los provocan y que no será posible, por consiguiente, prevenirlos o resolverlos con medios exclusivamente tecnológicos, sino que habrá que tratar, sobre todo, de modificar los valores, las actitudes y los comportamientos de los individuos y grupos con respecto a su medio". Como nos dice este informe, para prevenir o participar en la solución de los graves problemas medioambientales, es del todo necesario que se incluyan en el currículo escolar, contenidos relativos a problemas del entorno próximo del alumnado, para generar en los estudiantes nuevos comportamientos dentro de un desarrollo sostenible y mejores actitudes, que desarrollen la solidaridad con los más desfavorecidos y el deseo de proteger el medioambiente. Así

lo afirma el principio número 21 de la Declaración de Río de Janeiro (1992) “Deberán movilizarse la creatividad, los ideales y el valor de los jóvenes del mundo para forjar una alianza mundial orientada a lograr el desarrollo sostenible y asegurar un mejor futuro para todos”.

Sin embargo, pensamos que nuestro alumnado no tiene los conocimientos conceptuales necesarios, para comprender los problemas ambientales en toda su extensión puesto que desconoce lo que se entiende por desarrollo sostenible, equilibrio ecológico, diversidad biológica, sobreexplotación, desertificación, etc. Tampoco en sus actitudes y en sus comportamientos demuestra tener estos problemas interiorizados; los grifos abiertos, el mal uso del agua en el baño, las duchas, etc.

Según el informe Brundtland (1988), el término “desarrollo sostenible” se define, como “aquél que satisface las necesidades del presente sin limitar el potencial para satisfacer las necesidades de las generaciones futuras”. Sabemos que no se utiliza el agua según este modo tan recomendable y necesario, por lo cual es fundamental que se enseñe lo valiosa que es el agua para la vida y cómo debe usarse de manera que los hijos puedan disponer del mismo potencial del que disponen los padres.

La importancia del aprendizaje del problema del agua radica en el hecho de que muchas veces se cometen errores por ignorancia y por el ambiente de derroche y consumismo que rodea a nuestros alumnos, lo que determinará, en parte su actitud y su posterior conducta, ya que como afirma Gavidia (1996), “la conducta se encuentra determinada por factores internos de la persona y por factores ambientales

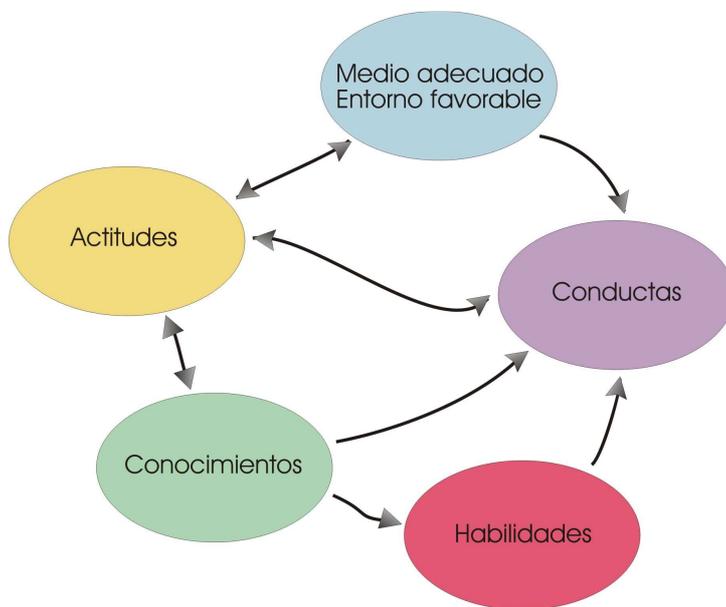


Figura 6: Esquema representativo de la dependencia de los conocimientos e influencia del medio en las actitudes y conductas humanas.

externos a ella". Si sólo se incide sobre el individuo, y aunque se haya conseguido un cambio en sus actitudes, es posible que la modificación de su conducta no tenga lugar

porque los elementos externos no sean favorables, porque no existan los factores que faciliten y refuercen ese cambio”. Las creencias que posee el individuo también condicionan su conducta, según Rodes (1995), “las personas tendemos a actuar de forma razonada, sobre otras personas, objetos, o situaciones, considerando las implicaciones de nuestros actos antes de realizar una determinada conducta. Esta acción razonada (y no siempre razonable) estará fuertemente influenciada por la formación que recibimos de nuestro contexto personal y sociocultural, lo que afectará a nuestro sistema de creencias”, si fuese la vida en ello y las personas supiesen que sus actos podrían minimizar o acrecentar un desastre ecológico, es posible que fuese más fácil que modificasen un comportamiento adquirido, que si desconocen las consecuencias que pueden ocasionar. El conocer no es hacer, pero si desconocen la problemática existente en torno a la deficiente cantidad y calidad del agua dulce existente en nuestro planeta, no se plantearán hacer nada por ahorrar y no contaminar.

En el presente trabajo deseamos valorar:

- A. Lo que los estudiantes entienden por consumo de agua según un desarrollo sostenible.
  - B. El comportamiento del alumnado en lo que refiere al uso y consumo de agua potable.
- A. Con respecto a lo que entiende por “consumo de agua según un desarrollo sostenible” el alumnado considera que el agua es un recurso ilimitado por lo que no es necesario cuidar su consumo, ya que con sólo abrir el grifo, obtienen un chorro de agua limpia. La sociedad también les muestra una existencia de aguas sin límites, pues ven claramente como se da preferencia, por parte de ayuntamientos y administración, al abastecimiento que a fomentar el ahorro y la prevención de contaminación. El principio número 8 de la Declaración de Río (1992) afirma: “para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deberían reducir o eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles, así como fomentar políticas demográficas apropiadas”.

Debemos intentar fomentar en los estudiantes el respeto por su entorno. Desde antaño hay culturas que lo han hecho así, fijémonos en la siguiente profecía de los indios Cree, “Sólo cuando se haya talado el último árbol, sólo cuando se haya envenenado el último río, sólo cuando se haya pescado el último pez; sólo entonces

descubrirás que el dinero no es comestible” Morgan (1995). Pero estamos muy lejos de sentir el entorno como lo hacían los indios Cree.

El alumnado generalmente piensa que no tiene problemas ni con el suministro ni con la calidad del agua que le llega hasta su casa, y no acaba de creerse que escasee el agua en el planeta y en su ciudad, y que la calidad deje mucho que desear porque se tienen costumbres que contaminan los acuíferos lo que está en contra de llevar a cabo un consumo según un desarrollo sostenible.

B. Con respecto al comportamiento del alumnado en lo que refiere al uso y consumo de agua nuestra hipótesis es “que hacen un uso inadecuado del agua”. Nos basamos en las observaciones que hemos hecho como docentes en los Centros de enseñanza dónde hemos podido comprobar cómo los juegos con agua son unos de los favoritos, así como la falta de respeto por los accesorios de los servicios, en los que frecuentemente introducen objetos en cisternas, o incluso, en el mismo inodoro para deteriorarlo y obstruirlo, o bien, sin mala intención lo utilizan como papelera.

Dentro de esta primera parte de nuestra investigación, la hipótesis que hemos planteado, y que dirigirá nuestro trabajo se concreta en la siguiente:

**El alumnado no tiene una representación adecuada de lo que significa el agua para la vida en el Planeta, ya que no concede al agua el valor que tiene en nuestras vidas, ni valora la necesidad de un desarrollo sostenible como único modo de controlar y mejorar la situación actual de problemática ambiental.**

## **2. FUNDAMENTACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS PRINCIPAL**

Desgraciadamente, en el mundo existe una crisis del agua. La problemática en torno a este recurso, vital e insustituible, es diversa y depende de la zona geográfica que se considere. Federico Mayor Zaragoza (2003), exdirector general de la UNESCO, considera la crisis del agua como uno de los desafíos más graves ante los que se encuentra el mundo de hoy. En efecto, en el siglo pasado, mientras la población se triplicó, la demanda mundial de este precioso elemento se multiplicó por más de seis. De no mejorar los recursos hídricos, en el 2025 dos tercios de la humanidad padecerán problemas derivados de la penuria del agua. Se sabe el derroche de este recurso vital

que se está produciendo en países denominados “desarrollados”, nuestro alumnado está inmerso en esta sociedad y por tanto es un consumidor nato de recursos.

La experiencia que tenemos como docentes y haber trabajado con nuestro alumnado temas relacionados con el desarrollo sostenible y el consumo del agua nos hace conocer las dificultades de comprensión de los estudiantes acerca del significado de consumo sostenible del agua potable.

Nuestra primera hipótesis de trabajo la desglosamos en una serie de hipótesis secundarias para su posterior investigación y afirmamos que el alumnado no tiene una representación adecuada de lo que significa el agua para la vida en el Planeta ya que:

Hipótesis secundarias:

1. *Desconoce la importancia del agua para la supervivencia de los seres vivos.*
2. *Desconoce la gestión del agua y los problemas derivados de ella.*
3. *Desconoce la problemática ambiental existente en torno al agua dulce.*
4. *Desconoce lo que significa desarrollo sostenible.*
5. *Desconoce lo que se entiende por consumo de agua según un desarrollo sostenible.*
6. *Realiza un uso inadecuado del agua.*

## **2.1. DESCONOCE LA IMPORTANCIA DEL AGUA PARA LA SUPERVIVENCIA DE LOS SERES VIVOS.**

Vivimos en el planeta Tierra y podemos hacerlo porque en él existe agua, que es una sustancia más valiosa que el oro, ya que sin ella no es posible la vida. Su importancia radica en ella se desarrolla la vida y además es el componente mayoritario, más frecuente y esencial de todos los seres vivos que habitamos el planeta.

El agua presenta su mayor densidad a la temperatura de 4° C, por lo tanto a temperaturas inferiores o superiores a ésta, el agua se volverá más ligera y se desplazará a las zonas más externas de mares, lagos, ríos, etc. Por el contrario cuando alcance los 4° C, se hundirá, favoreciendo el desarrollo de la vida, ya que aunque se congele la parte superficial de ríos, lagos, mares, etc, la vida sigue existiendo debajo en el seno del agua líquida.

El agua nos acompaña en todos nuestros actos, ¿qué podríamos hacer sin ella? Desde que nos levantamos empezamos a usarla para nuestro aseo, para el inodoro, para nuestro desayuno, para la limpieza de todo, nos da placer en piscinas, parques acuáticos, y también nos cura, mediante la hidroterapia se pueden sanar muchas dolencias.

Otras funciones fundamentales que también desempeña en organismos vivos son: dar sostén a los vegetales al dar lugar al esqueleto hídrico, es un medio de transporte por su gran poder de disolución, al ser un disolvente universal es la que aporta los nutrientes a las células y elimina los desechos, además es el medio en el que se realiza la mayoría de las reacciones del metabolismo. Ayuda a mantener la temperatura corporal, homeostasis, por ser un buen regulador térmico gracias a su elevado calor específico.

Sin agua no crecen las plantas, ni pueden vivir los animales, por eso donde no hay agua, o está contaminada, hay pobreza, enfermedad y muerte, en la guerra la ausencia de agua ha hecho ganar la batalla en muy poco tiempo lo hemos visto en ciudades cercadas como Numancia, la necesidad de agua ha sido plausible en ciudades bombardeadas en las que se tiene que suministrar agua como sea, si no todos morirán. Y lo mismo ocurre cuando hay terremotos, inundaciones y catástrofes en general, que contaminen las reservas de agua y destruyan las infraestructuras dónde las haya.

La energía es muy importante, aunque sin energía podríamos vivir en las cavernas como nuestros antepasados, pero sin agua no podríamos, nos moriríamos envenenados por los productos de nuestro metabolismo.

Para completar la representación de la importancia del agua en la supervivencia de la vida sobre el planeta, nos basaremos en lo que nos aporta la Ecología. En este caso, debemos considerar la vida en general, en lugar de centrarnos sólo en la vida del ser humano, ya que el planeta no está para nuestro dominio, simplemente estamos de paso, todas las vidas son importantes e imprescindibles, cada una en su nicho ecológico, permitiendo tras la muerte que se cierre el ciclo de la materia con su descomposición. Todos los seres vivos necesitamos agua para poder seguir manteniéndonos con vida, los requerimientos son diferentes para las distintas especies, pero las propiedades particulares que tiene este líquido, la hacen la sustancia más indispensable para la vida.

Los organismos interactúan con su ambiente dentro del contexto del ecosistema. La parte “eco” de la palabra se refiere a ambiente. La parte “sistema” implica que el

ecosistema es un conjunto de partes interrelacionadas que funcionan como un todo. Nos referimos a los seres vivos de un lugar, el medio físico (agua, suelo, clima, etc.) de ese lugar y las relaciones existentes entre todos estos elementos, pues todo este conjunto representa un ecosistema.

“El agua es el medio por el que los elementos químicos y otros materiales llevan a cabo su odisea interminable a través del ecosistema. Sin el ciclo del agua no sería posible la descomposición, ni la circulación de los nutrientes, los ecosistemas no podrían funcionar y la vida no persistiría sobre la Tierra.” (Smith, R.L. y Smith, T.M. 2000).

Pretendemos dejar constancia de que el agua es un recurso “renovable” imprescindible para la vida, “sin agua en estado líquido, no hay vida”. En los desiertos son pocas las especies que existen. Por ello aunque encontramos seres vivos en condiciones extremas de escasez de agua, podemos observar que han desarrollado mecanismos que les permiten su utilización.

En la siguiente cita podemos observar como aunque los autores destacan parte de la problemática que existe en torno al agua, también señalan su valor incalculable:

La carta Europea del agua califica este bien como escaso, precioso e indispensable para la vida. Brown, Flavin y French (1999) afirman que la propagación de la escasez del agua dulce puede ser el problema de recursos más subestimado al que se enfrenta el mundo cuando nos encaminamos hacia un nuevo milenio, siendo éste un aspecto crítico para la supervivencia ya que, como expresan Ehrlich y Ehrlich (1994) “existen varios sustitutos del petróleo, pero no se puede sustituir el agua potable”

El alumnado pensamos que tiene dificultad en ver un mundo en el que todas las especies son necesarias y se ve a sí mismo en el centro del universo creyendo que todo está para su servicio, dado su egocentrismo, desarrollado en la etapa de adolescencia que está viviendo. También le cuesta admitir el inmenso valor del agua para la vida, precisamente porque los asentamientos humanos se sitúan en lugares con abundancia de agua y cuando ésta escasea por el aumento de población o por otras causas, se realizan las inversiones necesarias para obtenerla mediante desalación de agua de mar, o traerla desde otros lugares, de forma que no se “sufre” su carencia. Estas dificultades de comprensión determinan unas posteriores creencias y unos comportamientos.

Otra razón por la que nuestro alumnado no da al agua el valor que se merece, es por su desconocimiento del mundo que le rodea y de sí mismo, no sabe de qué está hecho él mismo, ni qué funciones desempeña el agua en su organismo, porque aunque el ser egocéntrico ayudaría a que considerase al agua como algo indispensable, su ignorancia le impide ver que sin agua no viviría, es más quizás afirme que no bebe agua o que bebe poca, sin percatarse que cualquier bebida la contiene y al beberla está ingiriendo agua.

Los alumnos, sobre todo los más jóvenes, por lo general no son muy conscientes de la limpieza, de cómo se lava la ropa o se friegan los platos, se limpia la casa, suelen tener a alguien que se haga cargo de ello, por lo que no son conscientes de lo que se necesita el agua para estos menesteres.

## **2.2. EL ALUMNADO DESCONOCE LA GESTIÓN DEL AGUA Y LOS PROBLEMAS DERIVADOS DE ELLA.**

El agua es indispensable para todo ser vivo y a lo largo de la historia se han ideado modos de utilización del agua dulce. Cada vez consumimos una mayor cantidad de agua de nuestros lagos, ríos o acuíferos, pero antes de utilizarla debe ser potabilizada, desinfectada de manera que su consumo no nos produzca enfermedades. Una vez ha sido utilizada, el agua queda contaminada y aunque no es exclusivo de nuestra civilización que el agua se contamine, sí lo es el alto nivel de contaminación que tenemos en nuestros días. Somos muchas personas haciendo uso del agua y cuando la ensuciamos debemos someterla a tratamientos para depurarla, antes de ser vertida a los cursos naturales de agua, para no romper el equilibrio ecológico existente en estos medios acuáticos.

Muchos son los problemas derivados de la gestión incorrecta del agua que hacemos las personas. Aunque conforme pasa el tiempo disponemos de menor cantidad de agua, cada vez se consume más y se contamina más, la despreocupación por su estado y conservación ha sido práctica habitual en nuestra sociedad. En los años del desarrollo industrial los cauces fluviales sirvieron de vertederos industriales y urbanos y la carencia de redes y estructuras adecuadas de saneamiento acabaron con la vida de muchos ríos. Hoy en día, ante la grave situación en que se hallan los ríos, los Gobiernos han emprendido compromisos presupuestarios para obras de saneamiento y mejoras de

abastecimiento, pero son muchos los que siguen recibiendo vertidos de diversas procedencias, mataderos, empresas textiles y de curtidos, de granjas de cerdos, de saneamientos urbanos, restos de fertilizantes o plaguicidas procedentes de la agricultura, etc.

La escasez de agua de calidad ha generado un nuevo problema, porque a pesar de que tanto para el Banco Mundial como para las Naciones Unidas, el agua es una necesidad humana, no un derecho humano, en el segundo Foro Mundial del Agua, celebrado en la Haya en marzo de 2000, se afirmó que el agua era una mercancía, lo que ha facilitado que algunos gobiernos entreguen la dirección y administración del recurso al sector privado en lugar de responsabilizarse ellos de protegerlo y preservarlo.

Según la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO), es probable que en el año 2025 la actividad industrial consuma el doble de agua que en la actualidad, debido a lo cual la contaminación industrial se multiplicará por cuatro. Las aguas fecales no tratadas están afectando también gravemente a las vías de agua en todo el mundo. Según Barlow, M y Clarke, T. (2004) en el Tercer Mundo, el 90 % de las aguas residuales siguen yendo a parar a los ríos y arroyos locales. En China, el 80 % de los grandes ríos están tan degradados que no son susceptibles de alimentar a peces. Al río Yangtze diariamente van a parar millones de toneladas de residuos industriales y materias fecales sin tratar. En la India, las cloacas de la ciudad de Delhi vierten cada día cerca de 200 millones de litros de aguas fecales sin tratar al río Yamuna. En la actualidad se considera que este río sufre un daño irreparable. Después de la China, la India alberga el agua más contaminada de Asia. En Japón la contaminación del agua procede de los disolventes fuertemente clorados de la industria. En Europa oriental, es alarmante el número de ríos y lagos que están ecológicamente muertos. En Moscú, casi la mitad de las cañerías del agua y de las depuradoras son ineficaces o funcionan mal, y según el Consejo de Seguridad Ruso, el 75 % del agua de los lagos y los ríos de la República es inadecuado para el consumo humano.

La misma agua de lluvia ha dejado de ser pura en Europa. Investigadores del Instituto Suizo de Ciencia y Tecnología Medioambientales han informado recientemente que el agua de la lluvia que cae sobre el continente contiene tal cantidad de pesticidas tóxicos que buena parte de la misma resulta peligrosa para el consumo humano. En América del Norte gran parte del agua embotellada procede de fuentes contaminadas con productos industriales y residuos humanos y animales, y en los países

industrializados como Canadá, las aguas residuales no son ya nunca simples residuos humanos (Barlow, M y Clarke, T., 2004).

En España, Villanueva, C. M., Kogevinas, M. y Grimalt, J.O., (2001), miembros del Institut Municipal d'Investigació Mèdica (IMIM) y/o del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), afirmaron que la cloración del agua potable generaba trihalometanos y otros subproductos con propiedades mutágenas y cancerígenas en experimentos con animales. En los últimos años diversos estudios epidemiológicos han evaluado la asociación entre la exposición a trihalometanos (subproductos de la cloración y efectos sobre la salud humana). Básicamente hay dos efectos asociados a esta exposición: alteraciones de la reproducción y del desarrollo y diversos tipos de cáncer, siendo el de vejiga el más consistentemente asociado.

Los niveles de trihalometanos más altos se encuentran en la franja mediterránea, con niveles medios de 81, 80, 61 y 52 µg/l en Sabadell, Alicante, Barcelona y Manresa, respectivamente. Los valores más bajos se encuentran en Tenerife y Asturias, con 7 y 20 µg/l, respectivamente. La ley vigente de aguas potables no impone un nivel máximo admisible de trihalometanos, pero existe una nueva directiva europea que propone un nivel de 100 µg/l. En las áreas con niveles altos de trihalometanos el riesgo de cáncer de vejiga atribuible a los subproductos de cloración puede ser, en promedio, de un 20%.

El agua que presenta peores indicadores de calidad es la utilizada en las regiones mediterráneas y que procede de ríos. En Cataluña, Comunidad Valenciana, Murcia y la región centro, donde ya en 1998 se consumían más de 119 millones de metros cúbicos anuales, los elementos contaminantes que superan los índices tolerables son tanto microbiológicos como químicos (sulfatos, cloruros y conductividad excesiva). Curiosamente las autoridades en un 78 % de los casos conceden los permisos necesarios para superar los valores máximos de algún indicador para considerar esa agua como potable, téngase en cuenta como ejemplo el caso de *HIDRA Gestión Integral del Agua, S.A.* que en su página Web tras explicitar las características Físico-Químicas del agua de la Eliana, aporta como anexo: “Excepcionalidad: Autorización concedida por las autoridades sanitarias competentes por la cual puede superarse la C.M.A. (Cantidad Máxima Autorizada) para determinados parámetros no tóxicos ni microbiológicos o que no entrañen riesgo alguno para la salud, bajo los supuestos reflejados en el art. 3.2 del RD 1138/90 de 14 de septiembre”.

Catalá, J. (2002) afirma que para tener una certeza casi absoluta de la potabilidad de un agua, se debe someter a un total de 79 pruebas analíticas, si se trata de países industrializados y con sistemas agrícolas convencionales. En países en desarrollo se prescinde de algunos parámetros químicos, pero se incrementa el número de detecciones referidas a microorganismos. A pesar de ello los distribuidores de agua le añaden en su distribución final, 0.5 miligramos de cloro por litro para asegurarse de que, aún perdiéndose algo de cloro en las tuberías de distribución, la dosis de éste en el grifo será de 0.3-0.4 miligramos por litro.

La situación es verdaderamente alarmante, y pensamos que nuestro alumnado la ignora, porque hemos podido constatar su desconocimiento del origen del agua que le sale por el grifo, de los tratamientos de potabilización que ha necesitado antes de llegar hasta él, del estado en que llega, de lo que le ocurre al agua utilizada que sale por los desagües de su casa, o si hay ríos contaminados a consecuencia de la falta de depuración de esas aguas residuales.

El haber sido docentes nos ha facilitado experiencias que nos hacen conocedores de la competencia de nuestro alumnado en este campo. En el Instituto de La Vall de Segó ubicado en Benifairó de Les Valls, en dicho pueblo y en los lindantes deben abastecerse con agua de acuíferos subterráneos, que por otra parte están tan contaminados por nitratos que las autoridades de estos pueblos han facilitado una fuente a cada pueblo en la que las aguas se tratan por ósmosis inversa, pues de todos modos el alumnado bebía agua del grifo y lo hacían por desconocimiento de la procedencia y contaminación del agua corriente, del mismo modo que desconocen el precio que se paga por ella y los conceptos que se incluyen en el recibo del agua, no saben si existe alguna política de ahorro de agua, ni qué límite es el máximo, si lo hay, para que se pase a pagar a un precio más elevado el metro cúbico.

Sobre la necesidad y conveniencia de que nuestro alumnado trabaje este tema Uri Shamir (1998), afirma que “la gestión del agua constituye un tema complejo, que abarca prácticas y decisiones dependientes tanto de las ciencias puras como de las aplicadas e incluso las ciencias sociales y políticas, que desempeñan un papel más importante en todo el proceso”. El hecho de que las soluciones dependan de tantos conocimientos, hace de este problema un tema medioambiental excelente que permite que se trabaje en los Centros docentes de modo interdisciplinar como tema transversal. Su tratamiento “tiene una triple dimensión: Funcional, en cuanto se orienta a la solución

de problemas. Educativa, concretándose en la adquisición de valores y actitudes frente al medio. Institucional, el tratamiento legal de la misma, supone el establecimiento de la normativa y la facilitación para conseguir implantarse mediante formación de los profesionales en educación” (Moreno, 2000).

### **2.3. EL ALUMNADO DESCONOCE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EXISTENTE EN TORNO AL AGUA DULCE.**

En el apartado anterior, debido en gran parte a una mala gestión, hemos comentado la especial situación problemática que en este momento atraviesa el agua dulce en el mundo. Su situación, bien por carencia o por la falta de calidad de la misma, determina unas modificaciones en los diversos medios ambientes que se ven afectados por ello. Los seres vivos no podemos vivir sin agua, ni tampoco si ésta está contaminada. Pero al no ser respetuosos con el Medio ni con el Agua las personas cada vez consumimos más y contaminamos sin parar todos nuestros recursos acuáticos, por lo que cada vez hay menos lugares en los que se disponga de abundante agua dulce de calidad, sin contaminantes.

Esta problemática es relativamente reciente ya que fue en 1977 cuando a propósito de la Conferencia de Mar de la Plata en Argentina se realizaron una serie de actividades globales en torno al agua con el fin de que las personas se concienciasen acerca de ésta situación crítica del agua que padece el planeta. Esto es señalado por Naciones Unidas en su Primer Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos del Mundo, (2003): “De todas las crisis, ya sean de orden social o relativas a los recursos naturales con las que nos enfrentamos los seres humanos, la crisis del agua es la que se encuentra en el corazón mismo de nuestra supervivencia y la de nuestro planeta”. Es necesario recordar a este respecto que aunque el agua es la sustancia más abundante del planeta sólo el 2,53% del total es agua dulce, el resto agua salada.

El lema del día mundial del medio ambiente 2003: “*Agua: ¡Dos mil millones sufren sin ella!*” pone de manifiesto la relevancia que tiene el agua en la supervivencia humana.

Las consecuencias de esta falta de respeto al agua son evidentes en todos los rincones del globo: desiertos, ciudades resacas, humedales destruidos, cursos de agua contaminados y mortalidad de personas, sobre todo niños, y animales. Las estadísticas actuales son inquietantes, una de cada seis personas carece de acceso regular al agua potable, más del doble, 2400 millones de personas, no disponen de servicios de saneamiento adecuados. Las enfermedades vinculadas con el agua provocan la muerte de un niño cada 8 segundos y son la causa del 80% del total de las enfermedades y muertes en el tercer mundo, muchas de las cuales podrían prevenirse pues actualmente se dispone de conocimientos y medios suficientes.

Según lo dicho la amenaza aislada más poderosa contra las especies dulceacuícolas es la contaminación provocada por miles y miles de fábricas, centros agrícolas industriales y ciudades que vierten o dejan pasar pesticidas, fertilizantes y herbicidas (incluidos los nitratos y fosfatos), bacterias, residuos médicos, productos químicos y radiactivos en nuestra agua. Con estos desechos el agua recibe abundante materia orgánica y un exceso de nutrientes, tales como nitrógeno y fósforo, los cuales facilitan el desarrollo de algas, que a su vez se apoderan del oxígeno del agua. Además estos desechos transportan bacterias patógenas, y sedimentos que deterioran el hábitat. El ritmo con que los microorganismos descomponedores consumen el oxígeno se denomina Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), y se utiliza para medir la contaminación por materia orgánica. La consecuencia de este consumo de oxígeno excesivo, que llega a agotar el presente en el agua, es la eutrofización.

El problema de la contaminación se amplifica con la escasez, pues los contaminantes se encuentran a mayor concentración si hay poca agua y su efecto perjudicial sobre fauna y flora es mayor.

Afirmamos que el alumnado desconoce la importancia del consumo de un agua de calidad, por lo que está en juego nuestra salud. Acerca de esto Pasteur señaló que “bebemos el 90% de nuestras enfermedades”. Pero nosotros no somos lo único que importa en este puzzle mundial. En nuestro planeta hay muchas más especies, y muchas tienen un medio de vida acuático y debido a nuestros comportamientos les estamos dificultando el poder seguir viviendo. El alumnado no es consciente de ello. Pensamos que se cree dueño y señor de todo lo que le rodea y no sabe cual es la verdadera situación en la que nos encontramos, tenemos un recurso vital en unas condiciones tales,

que de no mejorarlas, no podremos seguir viviendo en el planeta ni nosotros ni los demás seres vivos.

El problema es grande y la esperanza de que la situación cambie está en la confianza que debemos tener en las personas, es fundamental que nos conciencemos, que nos sensibilicemos, en esta línea podemos tener éxito porque parece que ya va habiendo una mayor responsabilidad ecológica, Mayor Zaragoza (2000), señala a este respecto que "la preocupación, surgida recientemente, por la preservación de nuestro planeta es indicio de una auténtica revolución de las mentalidades: aparecida en apenas una o dos generaciones, esta metamorfosis cultural, científica y social rompe con una larga tradición de indiferencia, por no decir de hostilidad", por ello es fundamental intentar conseguir este cambio en nuestro alumnado y pensamos que es posible conseguirlo.

#### **2.4. EL ALUMNADO DESCONOCE LO QUE SIGNIFICA DESARROLLO SOSTENIBLE**

El concepto de sostenibilidad surge por vía negativa, como resultado de los análisis de la situación del mundo, que puede describirse como una "emergencia planetaria" (Bybee, 1991), como una situación insostenible que amenaza gravemente el futuro de la humanidad (Vilches, A. y Gil, D., 2003).

La Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD, 1998), ha elaborado un informe titulado Nuestro futuro común, en el que se afirma que "El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". Esta afirmación según Vilches, A. y Gil, D., (2003) supone haber comprendido que el mundo no es tan ancho e ilimitado como habíamos creído. Hay un breve texto de Victoria Chitepo, Ministra de Recursos Naturales y Turismo de Zimbabwe, en Nuestro futuro común (el informe de la CMMAD) que expresa esto muy claramente: "Se creía que el cielo es tan inmenso y claro que nada podría cambiar su color, nuestros ríos tan grandes y sus aguas tan caudalosas que ninguna actividad humana podría cambiar su calidad, y que había tal abundancia de árboles y de bosques

naturales que nunca terminaríamos con ellos. Después de todo vuelven a crecer. Hoy en día sabemos más. El ritmo alarmante a que se está despojando la superficie de la Tierra indica que muy pronto ya no tendremos árboles que talar para el desarrollo humano".

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

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

Por último, añadimos a las diferentes opiniones expresadas por Bybee, Vilches y Gil, anteriormente expuestas, acerca de lo que se entiende por desarrollo sostenible la de Folch (2000), para él *“un modelo socioeconómicamente sostenible ambientalmente es aquel que:*

1. *consume recursos renovables por debajo de su tasa de renovación.*

Lo que significa que no podemos talar menos árboles de los que se plantan atendiendo a su biomasa, ni consumir el árbol que no ha sido plantado, o el agua que no ha llovido y en el caso del agua, además de considerar el gasto de aquella que es consumida y no retorna al curso fluvial, hay que tener en cuenta las condiciones de calidad en las que se retorna la ya usada. No es sostenible que después de haberse realizado el vertido, el agua tenga peor calidad, de hacerlo así, se ocasionaría su progresivo deterioro hasta destruir toda posibilidad de vida.

2. *consume recursos no renovables por debajo de su tasa de sustitución.*

Se trata de diversificar las fuentes de recursos y si se consume un recurso no renovable de modo sostenible es porque se va sustituyendo por otros equivalentes al primero, por ejemplo la obtención de energía eléctrica a partir de centrales térmicas que consumen carbón (recurso no renovable) frente a la obtención de la misma energía mediante aerogeneradores, que además de no consumir carbón no contaminan. Se

pretende que las generaciones futuras dispongan potencialmente de los mismos recursos que las actuales.

3. *libera residuos por debajo de las posibilidades de reabsorción.*

Se trata de no liberar al medioambiente mayor cantidad de materia orgánica de la que el puede degradar o mayor cantidad de materia inorgánica que puede soportar. En el caso del agua son muchos los tipos de contaminantes. Para determinar el grado de contaminación de un agua por la acción de vertidos urbanos, con carga de materia orgánica, se calcula la Demanda Biológica de Oxígeno DBO que representa a la cantidad de oxígeno (medido en el mg/l) que es requerido para que los microorganismos descompongan la materia orgánica existente. En aguas residuales contaminadas la DBO es de 150-250 mg/l.

No es sostenible la producción de residuos que se tiene hoy en día, casi nada se recicla y por si fuese poco la mayoría de los materiales tienen una duración limitada y son plásticos no biodegradables que se han fabricado a partir del petróleo que es un recurso no renovable.

4. *mantiene” in situ” la biodiversidad planetaria.”*

Este punto sugiere que un desarrollo sostenible implica satisfacer las necesidades actuales sin que ello lleve a destruir los ecosistemas, hay que respetar las características de los medios para que las especies que viven en ellos no se extingan. La extinción de una especie es una pérdida irreparable y no sólo por ella misma, que también lo es, sino porque en un ecosistema todos los seres están relacionados, se establecen redes tróficas en las que un animal se puede comer a otros seres vivos (animales o plantas) y a su vez puede ser comido por otros animales. Si desaparece una especie puede que no lo haga sola y se lleve a otras con ella, tal es el caso del lince que está en peligro de extinción porque su dieta básica que son los conejos, se la han esquilado tanto, por caza, mixomatosis, venenos, etc., que casi no hay; si no hay conejos no hay lince. Pero el lince no es la única especie que se está extinguiendo por la reducción de la población de conejos, tenemos otras como la del meloncillo o la del águila imperial que también están en peligro de extinción.

El principal obstáculo que pensamos pueden tener los estudiantes en la comprensión de este concepto es el tener que pensar en el futuro. Por su edad suelen

vivir el momento presente y todo lo que no les reporta beneficio inmediato pasa para ellos a ocupar un segundo plano, estas actitudes dificultan la comprensión del problema. Practicar un consumo según un desarrollo sostenible, implica pensar en el futuro, y también en los demás, como ya hemos comentado en el apartado anterior, pensar en primer lugar en los otros es uno de sus obstáculos. Por otro lado es especialmente interesante trabajar estos conceptos con el alumnado pues si se produce en ellos un cambio positivo podemos tener mejores personas más solidarias con los problemas de los demás y más responsables en sus acciones.

## **2.5. EL ALUMNADO DESCONOCE LO QUE SE ENTIENDE POR CONSUMO DE AGUA SEGÚN UN DESARROLLO SOSTENIBLE.**

Opinamos con Folch que debe hacerse un consumo de agua por debajo de su tasa de renovación y liberar una cantidad de residuos en ella, por debajo de las posibilidades de reabsorción, cosa que no está ocurriendo en muchas de nuestras ciudades en las que se sobreexplotan los acuíferos y se contaminan de tal modo ríos y mares que quedan convertidos en cloacas.

No obstante, la aplicación del concepto de desarrollo sostenible al uso y consumo del agua constituye uno de los desafíos de nuestra sociedad, por ello no podemos dejar de hablar de los principios de la declaración de Río que se concretan en la Agenda 21, de la cual hemos hablado en el capítulo 1 de este trabajo. Narcís Prat (1997) señala que “la Agenda 21 se divide en 4 secciones de las cuales la segunda se dedica a la conservación y gestión de los recursos para el desarrollo. En esta sección se incluye el capítulo 18 que trata de la protección de los recursos de agua dulce y de su calidad. En este punto el primer objetivo que se fija es llegar a una gestión integrada de los recursos que tenga como unidad la cuenca hidrográfica o subcuencas con suficiente entidad. En este apartado la agenda 21 nos invita de forma especial a comprometer en la gestión del agua a todos los niveles de la sociedad y a mantener unos recursos mínimos que garanticen la calidad de vida de las personas a la vez que defiende la integridad del ecosistema”.

Los aspectos más importantes de la Agenda 21 respecto al agua se encuentran resumidos en el cuadro n° 1 (Antoine et. al. 1994).

#### OBJETIVOS

- Gestión integrada de los recursos acuáticos a nivel de cuenca o de subunidad de la cuenca
- Evaluación de los recursos desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo
- Protección de la calidad del agua desde una óptica global, tomando en consideración:
- La defensa de la integridad del ecosistema.
- La protección de la salud pública.
- La valoración de los recursos humanos.
- Abastecimiento de agua potable y saneamiento para todos antes del año 2025
- Consumo per capita mínimo de 40 litros por persona y día. Aplicación de normativas para el vertido de efluentes domésticos e industriales y reciclaje o eliminación del 75% de los vertidos sólidos producidos en las zonas urbanas antes del año 2000
- Gestión sostenible de los recursos acuáticos en los medios rurales.
- Comprensión y cuantificación de las amenazas que constituyen el impacto posible del cambio climático.

#### ACTIVIDADES ESPECÍFICAS:

- Consideración de las aguas transfronterizas y armonización de sus estrategias.
- Establecer bases de datos hidrológicas interactivas
- Elaborar instrumentos jurídicos nacionales e internacionales.
- Elaborar sistemas que permitan a los ciudadanos participar en la toma de decisiones.
- Aplicar el principio de las decisiones deben tomarse al nivel más bajo posible.
- Sostener las comunidades y ayudarlas a gestionar sus propios sistemas de forma perdurable.
- Promover las prácticas tradicionales.
- Poner a punto nuevas fuentes de aprovechamiento de agua.

Cuadro 1. Desarrollo sostenible y agua. Propuestas de la Agenda XXI. Fuente: Antoine et. al., 1994

Narcís Prat, (1997) nos afirma que en el caso del agua la aplicación del concepto de desarrollo sostenible es relativamente sencilla, ya que al tratarse de un recurso renovable el objetivo debería ser usar el recurso manteniendo la calidad y cantidad del mismo a lo largo del tiempo y del espacio. En este contexto no puede entenderse el uso

del agua sino es en toda su cuenca por lo que los usos en cualquier parte de la cuenca (si se quieren calificar de sostenibles) deberían mantener la cantidad y calidad de agua que en régimen natural se recibiría más abajo. La interdependencia de ella es esencial (y donde decimos agua deberíamos decir también sedimentos, lo cual en el caso de los deltas resulta clave para su sostenibilidad).

El agua como recurso sostenible puede considerarse desde dos puntos de vista, la cantidad disponible y su calidad. Las dos partes son en realidad una sola y la aproximación que demos a la planificación y gestión del recurso será muy importante para asegurar la sostenibilidad futura. Para cumplir los objetivos del cuadro nº 1 necesitamos una estrategia que tenga en cuenta no sólo el hombre y su desarrollo sino también la conservación de los ecosistemas en igualdad de condiciones al uso del agua por el hombre.

Uri Shamir (1998) afirma que “el aumento de la demanda de agua ya supone una fuerte carga para los recursos disponibles en muchas partes del mundo, y esta tendencia persistirá durante el siglo XXI, sobre todo como consecuencia del crecimiento demográfico urbano y de los niveles de vida en ascenso. Al mismo tiempo, su calidad se degrada por obra del hombre en muchos lugares, reduciéndose así la cantidad disponible y útil que no requiera tratamientos costosos”.

“El agotamiento de los acuíferos tiene una incidencia directa en cuestiones referentes a la alimentación humana, no solo con relación a las necesidades directas de su consumo, sino también con respecto a su vinculación en la producción de cultivos, fundamentalmente, cereales. Si bien los consumidores de todo el mundo se han beneficiado de la disminución de los precios reales de los cereales en el último medio siglo, ahora existe la posibilidad de que esta tendencia se invierta, como consecuencia de la merma en la disponibilidad de agua dulce. La cuestión de cómo alimentarnos al ritmo del crecimiento demográfico actual constituye una cuestión muy preocupante” (Brown, 1999; Gardner y Halwell, 2000).

En los países más poblados del mundo, el problema es particularmente agudo. Según el último informe del Worldwatch Institute (2000), al haberse triplicado la población de la India desde 1950 hasta la actualidad, la demanda de agua ha llegado a un punto que podría duplicar la producción sostenible de los acuíferos del país, con las implicaciones que esto supone en la producción de cereales y en la alimentación de la población (Brown, 2000).

“Una situación similar se vive en China, donde la economía se cuadruplicó desde 1980 hasta el presente, con un consumo de agua que ha hecho menguar el nivel de las capas freáticas de modo alarmante en todo el país. En las regiones del norte se produce el 40% de los cereales del mundo, pero con un descenso como el actual, de 1,6 m anuales de las capas de agua, China podría verse obligada a importar cereales a una escala que podría desestabilizar los mercados del grano del mundo” (Edwards, 2000).

La explotación ideal del agua es la ecosistémica (que equivale a la sostenibilidad global de todo el sistema y no sólo del hombre) que como afirma Prat (1997), impone unas restricciones muy importantes a la explotación de cualquier recurso ya que se condiciona al mantenimiento del funcionamiento del sistema original. Lógicamente la explotación renovable a la tasa natural del sistema es la que no afecta al mismo.

Afirmamos que el alumnado no sabe lo que se entiende por consumo de agua según un desarrollo sostenible porque desconoce el concepto de recurso renovable, para él, si es renovable quiere decir que, si la necesita, se puede volver a conseguir más agua sin problemas, en el caso de los ríos, el concepto de recurso renovable hace reflexionar sobre las repercusiones que tenga para el ecosistema un menor transporte de sedimentos, pero el alumnado desconoce el funcionamiento de los ecosistemas y también el de los cursos fluviales.

El desarrollo sostenible supone un cambio de actitud y estrategia respecto al uso de los recursos naturales, que debemos transmitir al alumnado para que se posibilite un cambio de actitudes y de comportamientos, con el fin de que constituya una generación diferente que valore lo verdaderamente importante.

## **2.6. EL ALUMNADO REALIZA UN USO INADECUADO DEL AGUA**

Entendemos por uso inadecuado aquel que supone un derroche del agua o unas prácticas que conllevan una contaminación de la misma. Por ejemplo, podemos entender como derroche, aunque no es el único, bañarse diariamente en lugar de ducharse y también se consideraría malgasto, en el caso de ducharse, mantener el grifo abierto, con el fin de no tener que regular la temperatura del agua, durante todo el tiempo que se está enjabonando el que se ducha, otras conductas de

desaprovechamiento de agua serían dejar gotear los grifos, mantener piscinas sin depuradoras, etc. Como ejemplo de prácticas que implican contaminación podríamos señalar, entre otras, utilizar el inodoro como papelera, verter aceites en la pila de fregar los platos, etc.

En zonas eminentemente agrícolas es difícil que surjan en los alumnos deseos de regar a goteo, pues están viendo que sus familiares más cercanos lo hacen inundando los campos con agua que han extraído de un acuífero mediante un pozo de bombeo que en muchos casos es ilegal

Si el alumno es un adulto y no ha recibido a lo largo de su vida la formación necesaria seguirá opinando que hay mucha agua y que su pozo es de su propiedad, tal y como se afirmó en clase cuando comentábamos el problema del gasto excesivo con el riego de los campos de golf. El alumnado aseveraba que el pozo era de ellos, por lo tanto el agua también. Y es que la idea de propiedad se aplica también al agua sin pensar que es un recurso escaso y vital que debe poder ser utilizado por todos sin que se derroche. No obstante, la ley de aguas señala que el agua subterránea es pública y su control es responsabilidad de la Administración.

Por tanto, otro aspecto fundamentante de nuestra hipótesis es la dificultad de modificar conductas.

Tradicionalmente se afirma que la conducta se deriva de las actitudes, es decir que una actitud positiva puede derivar en comportamientos coherentes con ella, por lo que si se producen cambios actitudinales en un individuo, a continuación aparecerán modificaciones de su conducta. Sin embargo, Rodes (1995), señala que “diferentes investigaciones han demostrado que no existe tal linealidad, que no siempre se da una correspondencia entre el componente conductual de las actitudes y el comportamiento de los sujetos. La actitud deja abierto el camino a la acción, pero si el individuo no ha recibido instrucciones precisas de cómo hacerlo, o el medioambiente no es favorable, no se adoptará el comportamiento propuesto... Todos estos factores son determinantes de la conducta social y responsables en este sentido, de la falta de congruencia entre nuestro comportamiento y nuestras actitudes.

Así mismo, en la Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental celebrada en Tbilisi (1977), se sentaron los principios rectores de la educación

ambiental como lo ponen de manifiesto las citas siguientes, tomadas por la UNESCO (1997) del informe de esta conferencia:

“Una de las metas básicas de la educación ambiental es lograr que las personas y las comunidades comprendan el carácter complejo del medio ambiente natural y artificial, resultante de la interrelación de sus aspectos biológicos, físicos, sociales, económicos y culturales, y adquirir el conocimiento, los valores, las actitudes y las aptitudes prácticas que permitan participar en forma responsable y eficaz en la labor de prever y resolver problemas ambientales, y una gestión cualitativamente apropiada del medio ambiente”.

“Otro objetivo básico de la educación ambiental consiste, evidentemente, en poner de manifiesto la interdependencia económica, política y ecológica del mundo moderno, en que las decisiones y actividades de los diferentes países pueden provocar repercusiones internacionales. A este respecto, el medio ambiente ayuda a suscitar un sentido de responsabilidad y solidaridad entre los distintos países y regiones...”

Desde que se celebró esta conferencia han pasado casi 25 años y verdaderamente podemos constatar que nuestra sociedad está cada vez más sensibilizada frente a la degradación ambiental y más dispuesta a actuar, pero aún está lejos de tener unas actitudes que sean del todo favorables al buen uso de su entorno y de sus recursos, por ello, sigue siendo necesario continuar con la educación en valores de los estudiantes. A este respecto Soren, (2000) afirma que la nueva generación de Educación Ambiental propone desarrollar en los estudiantes “valores relativos al mejor modo de utilizar el mundo, incluyendo la naturaleza” y “ética relativa al comportamiento apropiado con otras personas actuales o futuras”, a diferencia de los que se pretendía antaño “valores intrínsecos en la naturaleza” y “ética ambiental”, con ello constatamos la existencia de una tendencia a fomentar en el alumnado una visión más globalizada y solidaria.

Por todo lo dicho, afirmamos en nuestra hipótesis derivada que el alumnado hace un uso inadecuado del agua porque la derrocha y lleva a cabo prácticas que conllevan contaminación de la misma. Lo afirmamos porque usa preferentemente el baño frente a la ducha, y si se ducha mantiene el grifo abierto mientras se enjabona con el fin de no tener que regular de nuevo la temperatura del agua, no tiene presente cerrar bien los grifos después de su utilización y deja que goteen, utiliza el inodoro como papelera, vierte pinturas en la pila de fregar los platos, etc. Además sus actitudes son

egocéntricas, preocupándole sobre todo sus propios intereses particulares y no tiene en cuenta los problemas que ocasione a otros con su conducta si él obtiene beneficios.

### **3. CONCRECIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS PRINCIPAL DE TRABAJO**

Lo expuesto justifica sobradamente la necesidad de dedicarle una especial atención en la enseñanza aprendizaje de las ciencias, no sólo por ser prioritario como tema disciplinar de Ecología, sino porque estamos formando futuros ciudadanos.

Nos corresponde a todos buscar soluciones, adoptar las decisiones oportunas antes de que sea demasiado tarde. Y ello exige una educación que impulse decididamente los comportamientos responsables, más allá de las simples opiniones favorables (Almenar, Bono y García 1998).

En síntesis, en el presente capítulo hemos formulado y fundamentado nuestra Primera Hipótesis Principal de trabajo: **El alumnado no tiene una representación adecuada de lo que significa el agua para la vida en el Planeta, ya que no concede al agua el valor que tiene en nuestras vidas, ni valora la necesidad de un desarrollo sostenible como único modo de controlar y mejorar la situación actual de problemática ambiental**, así como las seis Hipótesis secundarias que de ella se derivan.

En la fundamentación presentada hemos hablado de la importancia del agua para la vida del planeta Tierra, de lo que se entiende por desarrollo sostenible y de la gestión del agua según un desarrollo sostenible, hemos destacado algunas contribuciones de las Ciencias al estudio de la problemática del agua y por último hemos hablado del uso inadecuado del agua que pensamos hacen los estudiantes.

## Capítulo III

# DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA CONTRASTACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS

## 1. OPERATIVIZACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS

Los instrumentos diseñados para contrastar las hipótesis deseamos que sirvan, no sólo para conocer las opiniones, actitudes y conductas del alumnado sobre el agua, sino también de aprendizaje y reflexión en el intento de generar actitudes. Nos interesa conocer sus representaciones porque nos permitirán diseñar recursos didácticos que incidan en aquellos preconceptos o bien en las actitudes y comportamientos que consideremos poco coherentes con un desarrollo sostenible.

En el capítulo anterior hemos fundamentado las hipótesis que dirigen nuestro trabajo y se han concretado en las siguientes:

**Primera Hipótesis de trabajo:** El alumnado no tiene una representación adecuada de lo que significa el agua para la vida en el Planeta, ya que no concede al agua el valor que tiene en nuestras vidas, ni valora la necesidad de un desarrollo sostenible como único modo de controlar y mejorar la situación actual de problemática ambiental.

Esta hipótesis la podemos concretar en 6 hipótesis secundarias:

1. *Desconoce la importancia del agua para la supervivencia de los seres vivos.*
2. *Desconoce la gestión del agua y los problemas derivados de ella.*
3. *Desconoce la problemática ambiental existente en torno al agua dulce.*
4. *Desconoce lo que significa desarrollo sostenible.*
5. *Desconoce lo que se entiende por consumo de agua según un desarrollo sostenible.*
6. *Posee actitudes inadecuadas para tener un uso racional del agua.*

Los instrumentos diseñados para la contrastación de la Primera Hipótesis son los siguientes:

1. Realización de entrevistas personales a una muestra del alumnado.
2. Cuestionario para responder por el alumnado.

1. Se han formulado una serie de preguntas realizando **Entrevistas Personales Previas**, a una muestra del alumnado, de manera que estos respondan oralmente entendiendo con claridad lo que se les pregunta, pudiendo responder lo que les parece sin que tengan que ceñirse a una respuesta cerrada que puede que no se ajuste exactamente a su situación o intención.

Con las entrevistas personales se pretende:

- a) Constatar el conocimiento que tienen los estudiantes con respecto al tiempo que una persona puede estar sin ingerir líquidos.
- b) Aproximarnos a la idea que tiene el alumnado acerca de la problemática del uso agua en un Desarrollo Sostenible.

2. Se ha diseñado un **Cuestionario inicial** para que sea respondido por escrito por el alumnado. Este último se compone fundamentalmente de cuestiones cerradas en su mayoría. Con dicho cuestionario pretendemos abordar interrogantes tanto conceptuales, sobre lo que saben los estudiantes del tema que nos ocupa, como actitudinales que nos informen de lo que piensan y de lo que hacen. En su elaboración se han utilizado ítems propuestos por Javier García Gómez y su equipo (1998), otros propuestos por la Conselleria de Sanitat i Consum (1996) y los restantes han sido propuestos por nosotros.

Nuestra estrategia de trabajo consiste en realizar nuestra investigación con alumnado de 1º de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) y con alumnado de Enseñanza Secundaria de Adultos (ESA) de 1º y 2º de Graduado de Enseñanza Secundaria (GES), estudiantes cuya media de edad está sobre 25 años. Esto es debido a que formamos un equipo de trabajo en el que unos compañeros trabajan en Enseñanza Secundaria Ordinaria y otros en Enseñanza Secundaria de Adultos.

Hemos utilizado para la realización de nuestra investigación alumnado perteneciente a cuatro Centros distintos, uno de los cuales es un Instituto de Secundaria y los otros tres son Centros de Formación de Personas Adultas. Se ha realizado la investigación a lo largo de los cursos 2002 – 2003 y 2003 – 2004.

## **2. ENTREVISTAS PERSONALES**

Cuando se responde a un cuestionario, en ocasiones, se producen interpretaciones poco adecuadas de las cuestiones planteadas, y/o se contestan erróneamente por no tener suficientemente claro lo que se pregunta o se dejan cuestiones sin responder. En cambio al realizar una entrevista personal se puede dialogar con el entrevistado facilitando la adecuada interpretación por lo que se asegura que las respuestas enfoquen el problema que se desea investigar.

Aunque la posibilidad de ayudar al entrevistado puede verse como una ventaja, las entrevistas también tienen inconvenientes, puesto que sin querer se puede manipular la respuesta al intentar ayudar orientando en exceso al entrevistado. Otro inconveniente es la lentitud, ya que sólo se puede estar con una persona mientras se realiza la entrevista a diferencia de la resolución del cuestionario que permite que sean muchas personas las que lo cumplimenten en un mismo momento.

### **2.1. JUSTIFICACIÓN DE LAS CUESTIONES DE LA ENTREVISTA**

Ya se han planteado las ventajas y desventajas que supone realizar entrevistas personales, pero no hemos hecho mención de cuáles son los motivos por los que hemos elegido esas cuestiones. A continuación adjuntamos el formulario utilizado en las entrevistas y pasamos a desarrollar sucintamente las justificaciones para cada una de las cuestiones que lo componen.

## FORMULARIO PARA LAS ENTREVISTAS

Fecha: .....Localidad:.....Provincia:.....

Nombre de tu Centro Docente: .....

ESO       BACHILLERATO       GES

Tipo de Centro:       Público       Privado       Concertado

Curso que realizas: .....Edad:.....

*1º La incorporación al organismo humano de alimentos y de agua es necesaria para vivir.*

*No obstante, ¿cuánto tiempo consideras que se puede estar sin ingerir alimentos sólidos?*

*¿y alimentos líquidos?*

*2º ¿Consideras que en nuestro planeta hay suficiente agua potable para todos?*

*3º ¿Podemos llegar a quedarnos sin agua potable?*

*4º ¿Podemos gastar toda el agua potable que queramos?*

*5º ¿Qué entiendes por desarrollo sostenible?*

*6º ¿Qué entiendes por consumo de agua según un desarrollo sostenible?*

Cuadro 2. Formulario para las entrevistas

1º *La incorporación al organismo humano de alimentos y de agua es necesaria para vivir. No obstante, ¿cuánto tiempo consideras que se puede estar sin ingerir alimentos sólidos? ¿y alimentos líquidos?*

Con esta cuestión buscamos la confirmación de la hipótesis derivada nº 1 “*el alumnado desconoce la importancia del agua para la supervivencia de los seres vivos*”. Podría ser que el alumnado de niveles educativos inferiores no supiese que “una persona puede sobrevivir más de un mes sin comer, pero sólo dos o tres días sin beber agua” (Barutell et al 1988).

No obstante hay casos en los que se aguantaría aún menos tiempo sin tener aporte de agua, pues el equilibrio hídrico de un organismo está estrechamente relacionado con su equilibrio térmico. Por ejemplo los corredores de un maratón necesitan beber agua repetidas veces para compensar las pérdidas que tienen por la sudoración. La cual les permite regular el calor corporal, generado por el metabolismo durante la actividad física intensa que están desarrollando, por tanto en casos de excesivo calor se necesita un mayor aporte de agua, y si no se tiene se sobreviviría aún menos de dos días, ya que en condiciones normales perdemos aproximadamente 2’5 litros al día que debemos reponer para mantener el equilibrio hídrico. Dos terceras partes de nuestro cuerpo son agua que se renueva cada dos semanas.

No obstante, en los terremotos de Irán de diciembre de 2003, fueron varias las personas que habiendo pasado más de 3 días pudieron ser rescatadas con vida, tal es el caso de la niña de seis meses que fue rescatada viva, cuatro días después de

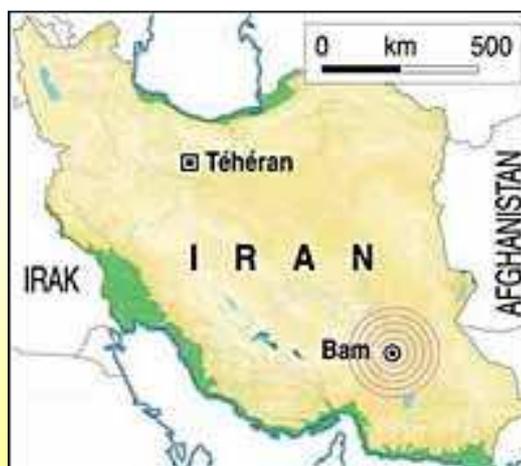


Figura 7: Epicentro del terremoto de diciembre de 2003 en Irán. Fuente: Terra F. 2004

ocurrir el terremoto, de entre los escombros de la casa de su familia, ciudad de Bam. Otro caso fue el de un hombre de 40 años, que aunque estaba deshidratado, fue rescatado con vida, también de la ciudad de Bam, tras pasar 12 días, sepultado, bajo los escombros de los edificios que derrumbó el fuerte seísmo; ambos dos sobrevivieron.

2º *¿Consideras que en nuestro planeta hay suficiente agua potable para todos?*

### 3º ¿Podemos llegar a quedarnos sin agua potable?

Pretendemos con estas dos cuestiones confirmar la hipótesis derivada nº 3 “*el alumnado desconoce la problemática ambiental existente en torno al agua dulce*”. Generalmente el alumnado desconoce la poca cantidad de agua dulce que poseemos en nuestro planeta, y que dependiendo del lugar dónde se viva se dispone de mayor o menor cantidad y de agua de mejor o peor calidad, e incluso viviendo en lugares dónde la problemática existente en torno al agua es grave, el alumnado no es consciente de ello, porque si abren el grifo les sale agua y piensan que es potable y tiene las máximas garantías. Hay momentos en los que se destaca especialmente esa situación de carencia o de falta de calidad, por ejemplo en la ciudad de Quesada (Jaén), el 11 de junio de 2005, aparecía en El País digital la noticia redactada por Raquel Hernández, y titulada “*La presencia de gusanos en el agua obliga a abastecer Quesada con cisternas. Un grupo de técnicos investiga el origen de la contaminación de la red de suministro.*” Otra noticia similar, escrita por Juan Ruz en el periódico “Huelva información digital” del 13 de julio de 2005, titulada “*La presencia de un herbicida deja sin agua a 200.000 cordobeses. Salud prohíbe el consumo en 26 municipios, pero mantiene el abastecimiento para usos domésticos como el aseo personal*”, en la que comentaban que el vertido de herbicidas en el pantano de Iznájar lo había contaminado seriamente, de manera que sus aguas habían dejado de ser potables, dicho pantano es el segundo mayor de Andalucía con capacidad para 981,1 hectómetros cúbicos de agua.

En nuestra comunidad tenemos contaminados por nitritos la casi totalidad de nuestros acuíferos, y lejos de centrarse los problemas que poseemos en torno a la contaminación, lo que significaría tener agua, aunque de mala calidad, nuestro mayor problema es la sequía, que hace que se disponga de menor cantidad de agua de la que sería necesaria, sobre todo teniendo en cuenta el gran derroche que se hace de ella.

En la página web: [www.infoecologia.com](http://www.infoecologia.com), se afirma en la noticia titulada “*Reducir el consumo de agua*” escrita por Luis Lezama, que la situación de sequía que se vive en España ha comenzado a ser alarmante. A pesar de que la falta de lluvias no es un problema nuevo, este año las precipitaciones han disminuido hasta niveles históricos, lo cual compromete seriamente el suministro de agua para la agricultura y el consumo humano.

Son muchas las causas que se detectan en el origen de esta situación de sequía. Por un lado resulta, más que evidente, que en España no existe una cultura de consumo

racional de este recurso. A pesar de la situación geográfica y de la histórica falta de lluvia, la sociedad española es una de las que más agua consume en Europa, además de ser uno de los países con las tarifas más bajas. Por otra parte, la infraestructura de los regadíos españoles deja bastante que desear, con un 85% de instalaciones que desperdician agua.

No obstante, la falta de lluvias ha sido el factor determinante para esta situación. Este año ha llovido un 22% menos que en los últimos 15 ejercicios, cuando se registró la peor sequía en España en los últimos tiempos. En concreto, el registro histórico entre los meses de enero y mayo, contabilizado desde 1930, arroja una media de 230 milímetros de lluvia, casi la mitad de lo que ha caído este año. La situación más preocupante se registra en las cuencas del Tajo, la del Sur, la del Júcar y las internas de Cataluña, cuyos embalses se encuentran a menos de la mitad de su capacidad. Especialmente crítico es el caso de la cuenca del Segura, cuyos recursos hídricos están por debajo del 20%.

Los problemas de escasez o falta de calidad nos llevan a consumir aguas embotelladas que además de ser caras a veces son de dudosa calidad, porque ni siquiera aparece la composición mineralógica en su etiqueta.

Según el estudio "La sed de los españoles 2002", realizado por la empresa de consultoría internacional Canadean y publicado en la revista Financial Food, los españoles ingieren dos litros de líquidos al día, de los cuales sólo medio litro es de agua del grifo y el resto corresponde a bebidas comerciales. Esto supone que los españoles consumimos en el año 2002 unos 21.314 millones de litros de todo tipo de bebidas comerciales, con una media de 537 litros por persona, cifra alejada de los 577 de la Unión Europea (UE); desde el año 1998 hasta el 2002, el consumo de líquidos que más ha crecido es el de agua embotellada, que ha aumentado un 37%. Se consumieron en 2001 en España 9.990 millones de litros de agua embotellada, zumos y refrescos. Así, el agua, conjuntamente con los refrescos con gas, suponen la parte más representativa de esta categoría con el 86% del total. Si se consume tanta agua embotellada, por algo será, en nuestro planeta hay poca agua dulce, y además está mal repartida y la calidad por lo general deja mucho que desear.

#### 4° *¿Podemos gastar toda el agua potable que queremos?*

Con esta cuestión buscamos la confirmación de la hipótesis derivada n° 2 “el alumnado desconoce la gestión del agua y los problemas derivados de ella”. Nuestros alumnos y alumnas suelen creer que disponemos de toda el agua que queremos para gastarla, lo que sin duda es falso, puesto que además de tener poca cantidad y de escasa calidad, existen circunstancias que hacen que el gasto sea muy superior al que se debería, entre otras se encuentra el uso indebido bien porque se contamina o porque se derrocha, y hay que añadir a esto la falta de organización en cuanto a la cantidad de edificaciones o tipos, puesto que no se prevé la demanda que puede producirse en ciudades turísticas, carentes de agua dulce en las que se triplica o incluso más el número de habitantes en periodos vacacionales, lo que conlleva unos gastos de agua impresionantes y una cantidad de aguas urbanas contaminadas que no se pueden gestionar debido a las escasas o nulas plantas depuradoras existentes en la zona.

#### 5° *¿Qué entiendes por desarrollo sostenible?*

Enfocamos este ítem a contrastar nuestra hipótesis derivada n° 4 “el alumnado desconoce lo que significa desarrollo sostenible”, nos parece muy importante el conocimiento de este concepto pues es el primer paso para que posteriormente pueda desarrollar praxis en donde lo aplique. Es necesario fomentar el desarrollo de la solidaridad con los demás y en especial con las generaciones futuras.

#### 6° *¿Qué entiendes por consumo de agua según un desarrollo sostenible?*

Enfocamos este último ítem a contrastar dos de nuestras hipótesis derivadas los números 5 y 6:” el alumnado desconoce lo que se entiende por consumo de agua según un desarrollo sostenible” y “hace un uso inadecuado de la misma”. El desarrollo sostenible se practica cuando se consumen recursos renovables por debajo de su tasa de renovación y se liberan residuos por debajo de las posibilidades de absorción. Pensamos que sus comportamientos y actitudes no reflejan un consumo de agua según un desarrollo sostenible, pues hemos constatado en una de las zonas del muestreo inminentemente agrícolas que han utilizado tantos abonos químicos que han contaminado con nitratos de modo irreversible sus acuíferos.

### 3. CUESTIONARIO INICIAL ACERCA DEL USO Y CONSUMO DEL AGUA

Hemos elaborado dos tipos de ítems, por un lado los que podríamos considerar más comunes como cuestiones, generalmente cerrados de tipo test, aunque algunos son abiertos, y por otro lado se han preparado ítems denominados de tipo likert, estos con cinco posibilidades de respuesta que miden la seguridad o incertidumbre del alumnado frente a la respuesta. Se presentan cinco opciones, de modo que la opción central, significa que le es indiferente, en las respuestas con valoración 2 ó 4, se marca una tendencia, y la seguridad si se responde 1 ó 5. Son especialmente adecuados estos ítems para la valoración de cuestiones actitudinales, aunque algunos de los utilizados son conceptuales. A continuación adjuntamos el cuestionario utilizado.

Cuadro 3. Cuestionario inicial acerca del uso y consumo del agua

Fecha:.....Localidad:.....Provincia:.....
Nombre de tu Centro Docente: .....
<input type="checkbox"/> ESO <input type="checkbox"/> BACHILLERATO <input type="checkbox"/> GES
Tipo de Centro: <input type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Privado <input type="checkbox"/> Concertado
Curso que realizas: ..... Edad:..... Sexo: <input type="checkbox"/> masculino <input type="checkbox"/> femenino

**Contesta las siguientes cuestiones eligiendo siempre una de las opciones.**

0.- ¿Has estudiado ALGUNA VEZ la problemática existente acerca del agua (procedencia, utilidades, escasez, contaminación, etc.)?  Sí  No

En caso afirmativo ¿Cuándo?

En el presente curso  En el curso pasado  En otros cursos  No me acuerdo

1.- Indica cuál de las siguientes afirmaciones consideras que es verdadera:

- a) La disponibilidad de reservas de aguas subterráneas, dulces y accesibles, es ilimitada.
- b) Sólo el 0,01 % del agua existente es dulce y accesible.
- c) Sólo el 3,5 % del agua existente en nuestro planeta es dulce y accesible.
- d) En la Tierra disponemos de toda el agua dulce que queramos en cualquier parte del mundo.

2.- ¿En la Comunidad Valenciana qué actividad humana consume más agua?

- a) Urbana.                      b) Turística.
- c) Agrícola.                    d) Energética.
- e) Industrial.                  f) Recreativa.

3.- El valor medio del consumo de agua por habitante y día es de:

- a) Entre 10 y 50 litros.                      b) Entre 50 y 100 litros.
- c) Entre 100 y 300 litros.                    d) Entre 300 y 500 litros.

4.- Indica cuáles de las afirmaciones que hacemos acerca de las plantas depuradoras son correctas:

- a) Eliminan o separan la materia orgánica que contenía el agua, dejando ésta depurada.
- b) El agua recibe un tratamiento físico-químico y biológico.
- c) Las aguas residuales urbanas una vez depuradas son aptas para consumo humano.
- d) No se consigue eliminar del agua bacterias que pueden ocasionar enfermedades importantes.

5.- Indica cuales de las siguientes afirmaciones se corresponden con una planta potabilizadora:

- a) Es necesaria para que la calidad del agua sea adecuada para el uso humano.
- b) Deja libre al agua de microorganismos patógenos para las personas.
- c) No garantiza que el agua de los lagos, ríos y mares esté completamente limpia.
- d) Es necesaria ya que se vierten demasiados elementos químicos en los cursos ordinarios de agua, con lo que se hace imposible el proceso de autodepuración de la misma.

6.- ¿Crees que en la naturaleza existe suficiente agua para poder gastar toda la que queramos?

SÍ       NO       NO LO SÉ

7.- ¿Por qué piensas que hay que pagar el agua que gastamos?

8.- ¿Piensas que hay problemas de agua en tu ciudad? ¿Y en otras ciudades o países?

En mi ciudad      SÍ       ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

NO       NO LO SÉ

En otras ciudades      SÍ       ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

NO       NO LO SÉ

9.- Señala en qué consisten estos problemas y algunas de las causas que los originan.

10.- El desarrollo sostenible se practica cuando:

- a) Se consumen recursos renovables por debajo de su tasa de renovación y se liberan residuos por debajo de las posibilidades de absorción.
- b) Se consumen recursos no renovables.
- c) Se consumen recursos renovables.
- d) Se consumen recursos renovables por encima de su tasa de renovación y se liberan residuos por encima de las posibilidades de absorción.

11. -¿Qué puedes hacer para que se utilice mejor el agua?

	Nada	Alguna cosa como:
En mi casa	<input type="checkbox"/>	_____
En la ciudad	<input type="checkbox"/>	_____
En la montaña, campo, playa, etc.	<input type="checkbox"/>	_____
En el colegio o instituto	<input type="checkbox"/>	_____

*SEÑALA TU OPINIÓN ACERCA DE LOS SIGUIENTES ENUNCIADOS:*

12.- Para abastecer las necesidades de agua de nuestra sociedad se deben sobreexplotar los acuíferos si fuese necesario.

<input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/> En desacuerdo	<input type="checkbox"/> Indiferente	<input type="checkbox"/> De acuerdo	<input type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo
---	--	--------------------------------------	-------------------------------------	--

13.- Estoy convencido que el consumo excesivo de agua no repercute en el medio ambiente.

<input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/> En desacuerdo	<input type="checkbox"/> Indiferente	<input type="checkbox"/> De acuerdo	<input type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo
---	--	--------------------------------------	-------------------------------------	--

14.-Cuanta más cantidad de fertilizantes se emplee en los cultivos, mejor cosecha se obtendrá.

<input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/> En desacuerdo	<input type="checkbox"/> Indiferente	<input type="checkbox"/> De acuerdo	<input type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo
---	--	--------------------------------------	-------------------------------------	--

15.- La contaminación producida por las actividades humanas es un mal necesario para el desarrollo de nuestra sociedad.

<input type="checkbox"/>	Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/>	En desacuerdo	<input type="checkbox"/>	Indiferente	<input type="checkbox"/>	De acuerdo	<input type="checkbox"/>	Totalmente de acuerdo
--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------	--------------------------	-------------	--------------------------	------------	--------------------------	-----------------------

16.- La contaminación de las aguas es un problema ambiental que sólo perjudica a los seres humanos.

<input type="checkbox"/>	Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/>	En desacuerdo	<input type="checkbox"/>	Indiferente	<input type="checkbox"/>	De acuerdo	<input type="checkbox"/>	Totalmente de acuerdo
--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------	--------------------------	-------------	--------------------------	------------	--------------------------	-----------------------

17.- Me gustaría hacer más cosas por la defensa de la naturaleza, pero creo que mis acciones son insignificantes.

<input type="checkbox"/>	Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/>	En desacuerdo	<input type="checkbox"/>	Indiferente	<input type="checkbox"/>	De acuerdo	<input type="checkbox"/>	Totalmente de acuerdo
--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------	--------------------------	-------------	--------------------------	------------	--------------------------	-----------------------

18.- Estoy dispuesto a participar en campañas para fomentar el ahorro del agua y el reciclaje en mi centro escolar.

<input type="checkbox"/>	Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/>	En desacuerdo	<input type="checkbox"/>	Indiferente	<input type="checkbox"/>	De acuerdo	<input type="checkbox"/>	Totalmente de acuerdo
--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------	--------------------------	-------------	--------------------------	------------	--------------------------	-----------------------

Si estás dispuesto, ¿con cuántos euros/mes? \_\_\_\_\_

19.- Sólo se mejorará el medio ambiente cuando la administración (Ayuntamiento, Consellería, etc.) aplique medidas más duras.

<input type="checkbox"/>	Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/>	En desacuerdo	<input type="checkbox"/>	Indiferente	<input type="checkbox"/>	De acuerdo	<input type="checkbox"/>	Totalmente de acuerdo
--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------	--------------------------	-------------	--------------------------	------------	--------------------------	-----------------------

20.- La incorporación al organismo humano de agua es necesaria para vivir. No obstante, se puede permanecer en perfecto estado durante más de 14 días sin tomar líquidos, siempre que se permanezca en reposo.

<input type="checkbox"/>	Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/>	En desacuerdo	<input type="checkbox"/>	Indiferente	<input type="checkbox"/>	De acuerdo	<input type="checkbox"/>	Totalmente de acuerdo
--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------	--------------------------	-------------	--------------------------	------------	--------------------------	-----------------------

### 3.1. JUSTIFICACIÓN DE LOS ÍTEMS ELEGIDOS

La educación ambiental pretende formar al alumnado, enseñándole a vivir adecuadamente en el medio ambiente y se constituye como instrumento que proporciona a las disciplinas un punto de vista diferente y complementario y unos objetivos globalizadores a compartir.

En la Enseñanza de las Ciencias tanto las dimensiones del concepto de medio como la forma de relacionarse con él, se plantearán de modo distinto según la edad y el momento evolutivo de los alumnos.

En la Educación Secundaria Obligatoria, el alumnado tiene un nivel de autonomía que le permite desenvolverse en un entorno más amplio que el de Primaria. Puede desarrollar experiencias sistemáticas de conocimiento e interacción con el medio, puede realizar actividades de observación y conocimiento crítico del entorno inmediato: la clase, la escuela, la casa, el barrio, etc. A partir de estas experiencias conocerá su medio, se sentirá implicado en lo que en él sucede y, como miembro activo de su comunidad, ejercerá su derecho a opinar y modificar todo aquello que considere erróneo y esté en su mano transformar.

En la Educación Secundaria Postobligatoria, el alumnado va adquiriendo la capacidad de abstracción necesaria para poder conocer realidades más lejanas y comprender situaciones más complejas. Esto permitirá abordar problemas ambientales de mayor resonancia, partiendo de temas o situaciones cercanas, y llegar a concretar planes de actuación en el medio.

En la Educación Secundaria para Personas Adultas, las personas adultas poseen muchas experiencias que pueden ayudar o dificultar la comprensión de los conceptos, según coincidan o difieran con ellas, no obstante dependiendo de su edad se puede incidir en mayor medida en modificaciones de conducta, en general cuanto más jóvenes es más fácil. En las de mayor edad el mejor modo de trabajar es el método de Proyectos en donde todo lo aprendan por aplicación y por contraste con sus ideas utilizando el constructivismo, creando conflictos cognitivos.

A continuación justificamos los ítems que componen el cuestionario, en función de las seis hipótesis derivadas que hemos concretado. Para ello se realiza una agrupación de ítems que altera el orden establecido en el cuestionario. Cada agrupación es un instrumento de análisis que responde a la investigación de una hipótesis derivada

concreta. En el cuestionario no se ha seguido este orden porque se ha querido que el alumnado se enfrente al problema del agua de manera global y no segmentada o por partes.

Cuadro 4: Datos personales del alumnado que constituye la muestra con la que aplicar el cuestionario

<b>DATOS PERSONALES</b>			
Fecha:.....	Localidad:.....	Provincia:.....	
Nombre de tu Centro Docente: .....			
<input type="checkbox"/> ESO	<input type="checkbox"/> BACHILLERATO	<input type="checkbox"/> GES	
Tipo de Centro:	<input type="checkbox"/> Público	<input type="checkbox"/> Privado	<input type="checkbox"/> Concertado
Curso que realizas: .....	Edad:.....	Sexo:	<input type="checkbox"/> masculino <input type="checkbox"/> femenino

Cuadro 5: Instrumento de análisis 0 del cuestionario, para valorar la situación inicial del encuestado

<b>INSTRUMENTO DE ANÁLISIS 0 DEL CUESTIONARIO, PARA VALORAR LA SITUACIÓN INICIAL</b>	
<i>Contesta las siguientes cuestiones <u>eligiendo siempre una de las opciones.</u></i>	
0.- ¿Has estudiado ALGUNA VEZ la problemática existente acerca del agua (procedencia, utilidades, escasez, contaminación, etc.)? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
En caso afirmativo ¿Cuándo?	
<input type="checkbox"/> En el presente curso	<input type="checkbox"/> En el curso pasado <input type="checkbox"/> En otros cursos <input type="checkbox"/> No me acuerdo

Deseamos comenzar por saber si el alumnado que va a responder la encuesta ha trabajado anteriormente el tema del “agua”, ya que en ese caso, algunas de sus respuestas al cuestionario tanto a nivel conceptual como actitudinal, pueden estar influidas por lo ya aprendido.

Cuadro 6: Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 1

**INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 1:**

**“El alumnado desconoce la importancia del agua para la supervivencia de los seres vivos”**

3.- El valor medio del consumo de agua por habitante y día es de:

- a) Entre 10 y 50 litros.
- b) Entre 50 y 100 litros.
- c) Entre 100 y 300 litros.
- d) Entre 300 y 500 litros.

16.- La contaminación de las aguas es un problema ambiental que sólo perjudica a los seres humanos.

<input type="checkbox"/>	Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/>	En desacuerdo	<input type="checkbox"/>	Indiferente	<input type="checkbox"/>	De acuerdo	<input type="checkbox"/>	Totalmente de acuerdo
--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------	--------------------------	-------------	--------------------------	------------	--------------------------	-----------------------

20.- La incorporación al organismo humano de agua es necesaria para vivir. No obstante, se puede permanecer en perfecto estado durante más de 14 días sin tomar líquidos, siempre que se permanezca en reposo.

<input type="checkbox"/>	Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/>	En desacuerdo	<input type="checkbox"/>	Indiferente	<input type="checkbox"/>	De acuerdo	<input type="checkbox"/>	Totalmente de acuerdo
--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------	--------------------------	-------------	--------------------------	------------	--------------------------	-----------------------

Queremos averiguar, con los items 3 y 20, si el alumnado es consciente de lo importante que es el agua dulce para él, no se puede vivir sin agua, y no sólo por las necesidades que tiene nuestro organismo de ella desde el punto de vista fisiológico, sino también para múltiples actividades cotidianas, muchas de ellas de influencia vital en nuestra salud, como por ejemplo el poder llevar a cabo nuestra higiene personal y la de los útiles que nos rodean, ropa, platos, frutas, verduras, casa, etc. Es fundamental que el alumnado se de cuenta de la cantidad de litros de agua que gasta en su consumo diario. Es necesario que haga una reflexión que se plantee cómo puede reducir dicho consumo. Debemos llevar a cabo un consumo sostenible de agua si queremos que el progreso humano y bienestar colectivo sea posible en el futuro, ya que no lo conseguiremos si no somos capaces de revisar la escala de valores predominantes, así como los hábitos y actitudes que determinan nuestra forma de vivir.

Con el ítem 16, queremos saber si los estudiantes constatan que no somos los reyes de la creación y el resto de seres vivos deben tener su espacio en buenas condiciones. La contaminación nos perjudica a todos, pero a veces el género humano se

siente como dueño y señor de todo lo que hay en el planeta, hace y deshace sin preocuparle cuales son las consecuencias a no ser que él mismo se pueda ver afectado.

El agua no se puede considerar como algo que puede tener dueño. El agua debe verse como un recurso imprescindible para la vida y por tanto debe compartirse sin derrocharse velando todos porque mantenga su buena calidad. Pensamos que el alumnado estará de acuerdo con que la contaminación es un mal necesario.

Cuadro 7: Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 2

**INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 2:**

**“El alumnado desconoce la gestión del agua y los problemas derivados de ella”**

4.- Indica cuáles de las afirmaciones que hacemos acerca de las plantas depuradoras son correctas:

- a) Eliminan o separan la materia orgánica que contenía el agua, dejando ésta depurada.
- b) El agua recibe un tratamiento físico-químico y biológico.
- c) Las aguas residuales urbanas una vez depuradas son aptas para consumo humano.
- d) No se consigue eliminar del agua bacterias que pueden ocasionar enfermedades importantes.

5.- Indica cuales de las siguientes afirmaciones se corresponden con una planta potabilizadora:

- a) Es necesaria para que la calidad del agua sea adecuada para el uso humano.
- b) Deja libre al agua de microorganismos patógenos para las personas.
- c) No garantiza que el agua de los lagos, ríos y mares esté completamente limpia.
- d) Es necesaria ya que se vierten demasiados elementos químicos en los cursos ordinarios de agua, con lo que se hace imposible el proceso de autodepuración de la misma.

7.- ¿Por qué piensas que hay que pagar el agua que gastamos?

Con los items 4 y 5 deseamos averiguar cuales son los conocimientos de nuestro alumnado en torno a los tratamientos que la humanidad suministra a las aguas en función del uso que quiere darles. Nos interesa que queden claros los objetivos que se

pretenden al depurar o potabilizar el agua. La depuración no desinfecta por lo que el agua depurada no podrá ser consumida por las personas. Con la potabilización se deja el agua apta para el consumo humano. No obstante la palabra “depurada” es utilizada frecuentemente por técnicos para hablar de agua limpia que incluso podría ser potable, dependiendo del grado de depuración. Es frecuente que se hable de procesos de depuración en una planta potabilizadora.

Se sospecha que nuestro alumnado desconoce el tipo de tratamiento que se suministra al agua para tratar de reutilizarla si se trata de aguas residuales o utilizarla para uso humano si es agua superficial proveniente de ríos, lagos o pantanos, o subterránea obtenida de acuíferos.

Es importante que los estudiantes sepan que el agua, para volver a utilizarse después de haberse usado, debe ser depurada y/o potabilizada, según el uso que vaya a dársele. Para no ensuciar los ríos o mares es necesario depurarla y esto no siempre se hace. Según el libro “Aigua i Paisatge” (Cabrera, E. et al 2000) “utilizamos mucha agua, pero en realidad consumimos mucha menos porque, habiéndola ensuciado, la devolvemos en gran parte a los ríos. Antaño el agua sobrante recogida por los azarbes era casi tan limpia como la de las acequias, pero hoy en día se halla contaminada por plaguicidas y agroquímicos. Ni que decir tiene cómo son las aguas grises y negras de las poblaciones y de la industria”. También es importante que tengan claro que el agua que podemos consumir las personas debe estar libre de microorganismos y de toxinas, no podemos consumir cualquier agua.

El ítem 7 pretenden valorar si el alumnado es consciente del problema de escasez de agua que nos afecta a todos los países, si considera al agua como un recurso natural muy preciado y que hay que consumirla sin derrocharla, esto puede hacer que crea que pagar el agua lleve a moderar su consumo, o por el contrario, afirmar que como la paga puede gastar la cantidad que quiera, sin pensar si llega para todos, pero esto último podría deberse al desconocimiento de la escasez de este recurso. Creemos que el alumnado se sentirá dueño del agua si la paga y pensará que puede gastar toda la que quiera.

Puede que algunas respuestas valoren el gasto que conlleva el reciclaje urbano del agua con la construcción de las infraestructuras necesarias y el salario de las personas que tengan trabajos relacionados con ello, todos estos gastos deberían estar cubiertos por los usuarios del agua potable, por lo que consideraremos como positivas

estas respuestas, aunque siempre representarán un mayor grado de concienciación las que relacionen el gasto económico con la necesidad de fomentar el ahorro.

Cuadro 8: Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 3

**INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 3:**

**“El alumnado desconoce la problemática ambiental existente en torno al agua dulce”**

1.- Indica cuál de las siguientes afirmaciones consideras que es verdadera:

- a) La disponibilidad de reservas de aguas subterráneas, dulces y accesibles, es ilimitada.
- b) Sólo el 0,01 % del agua existente es dulce y accesible.
- c) Sólo el 3,5 % del agua existente en nuestro planeta es dulce y accesible.
- d) En la Tierra disponemos de toda el agua dulce que queramos en cualquier parte del mundo.

2.- ¿En la Comunidad Valenciana qué actividad humana consume más agua?

- a) Urbana.
- b) Turística.
- c) Agrícola.
- d) Energética.
- e) Industrial.
- f) Recreativa.

6.- ¿Crees que en la naturaleza existe suficiente agua para poder gastar toda la que queramos?

- SÍ       NO       NO LO SÉ

8.- ¿Piensas que hay problemas de agua en tu ciudad? ¿Y en otras ciudades o países?

En mi ciudad      SÍ       ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

NO       NO LO SÉ

En otras ciudades      SÍ       ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

NO       NO LO SÉ

9.- Señala en qué consisten estos problemas y algunas de las causas que los originan.

Con el ítem 1, pretendemos conocer si el alumnado sabe que sólo el 0,01% del agua existente es dulce y accesible, generalmente éste supone que hay mucha agua, que está en buen estado, y que no hay problemas en cuanto a la disponibilidad del agua potable. Se confirmaría nuestra hipótesis si eligiese la a), en la que se afirma que

nuestras reservas son ilimitadas, o si eligiese la d), en cambio si eligiese la c) aunque no sabría la poca agua disponible que existe estaría indicándonos que piensa que hay poca.

Pensamos que el alumnado desconoce cuál es la actividad humana que desencadena un mayor consumo de agua. En la mayoría de los casos este gasto excesivo corresponde a la utilización de modos de riego inadecuados, por ejemplo cuando se riega inundando los campos.

Por otro lado, mediante la agricultura se produce una elevada contaminación de los recursos de agua de una zona, sobre todo debido a los productos que se emplean en su práctica, como plaguicidas, abonos químicos, herbicidas, etc., pero limpiar el agua, reciclarla, es lo último que se debería hacer para tener agua disponible, ya que lo primero sería ahorrarla, haciendo un uso responsable de la misma, en esta línea Tyler (1994) dice "reciclar recursos materiales siempre necesita energía de alta calidad que no puede ser reciclada".

Capra (1998), reafirma nuestras ideas cuando dice "para quien la alfabetización ecológica, es indispensable como base para formar comunidades humanas sostenibles, explica que es necesario revitalizar nuestras comunidades incluyendo entre otras a las educativas, de modo que los principios de ecología se manifiesten en ellas como principios de educación. Principios que apoyen la reflexión de que todos los miembros de una comunidad ecológica se hallan interconectados en una vasta e intrincada red de relaciones, la trama de la vida, por lo que el éxito de toda la comunidad dependerá del de sus individuos, mientras que el éxito de éstos dependerá del de la comunidad como un todo."

El ítem 6 pretende averiguar si el alumnado es consciente de que no existe suficiente agua para derrocharla. En muchos lugares del globo ni siquiera disponen de la necesaria para tener unas condiciones de vida saludables, y hay muchos muertos por enfermedades contraídas a causa de consumir agua contaminada por tóxicos o parásitos.

Según Maude Barlow (2001), a medida que se va intensificando la crisis del agua, los gobiernos del mundo entero, presionados por las grandes multinacionales, están abogando por una solución radical: la privatización, la reificación (considerar el agua como una mercancía más) y el desvío masivo de las aguas. Los partidarios de este sistema opinan que esta sería la única manera de poder abastecer a los lugares del mundo donde se padece sed. Empero, sabemos por experiencia que la venta del agua en

un mercado abierto no sirve para colmar las necesidades de los pobres y sedientos. Muy al contrario, el agua privatizada termina en manos de quienes pueden pagar por ella, tales como las personas y ciudades pudientes, y las industrias que hacen un uso intensivo del agua, entre las que cabe mencionar la agricultura y la alta tecnología. “El agua fluye río arriba, hacia el dinero”, como comenta un residente en pleno desierto de Nuevo México, cuando el agua de su localidad fue desviada para uso y beneficio de una industria de alta tecnología (Maude Barlow, 2001).

El agua es un recurso vital, poder tenerla es un derecho porque sin agua sólo queda la muerte. Al ser vivo que se le niega el tener acceso a ella se le está condenando a morir, pero se sabe que se está comercializando con ella, María Canales (2004) afirma que hay marcas muy conocidas como Coca-cola, Nestlé, Pepsi y Danone, entre otras, que están invirtiendo millones para conseguir adquirir manantiales o pozos, que deben ser declarados por el instituto Geológico y Minero de España como manantiales, proceso que implica además de realizar análisis de calidad del agua, delimitar el perímetro del acuífero para que nada afecte al manantial y calidad del agua. Posteriormente instalan una línea de envasado, distribuyen y comercializan el agua.

En el caso de Coca-Cola, la inversión realizada para comercializar Bonaqua superó los 7 millones de euros, en comparación a los 10 millones de Pepsi con Aquafina.

Por su parte, Nestlé Waters España, que comercializa las marcas Aquarel, Viladrau, Peñaclara, Perrier, Vittel, San Narciso e Imperial, invertirá este año 15 millones de euros para la puesta en marcha de un nuevo centro de producción, que dará respuesta a la demanda de la marca Nestlé Aquarel, que durante el año pasado registró un crecimiento del 47% y representa ya más de una cuarta parte de la cifra de negocio de la compañía. Nestlé Waters España alcanzó una cifra neta de negocio de 65,2 millones de euros en 2003, un 14,4% más respecto al ejercicio anterior.

Aunque el sector está muy atomizado -formado por muchas pequeñas empresas- y muy regionalizado -manantiales locales-, Danone, Vichy, Nestlé y Pascual controlan más del 40% del mercado. «Las 10 primeras marcas tienen el 43% del mercado, mientras que en otros segmentos, como por ejemplo el de refrescos sin gas, las 10 primeras marcas cuentan con el 80% del mercado», dice Artiach, (María Canales 2004).

España ocupa la cuarta plaza europea en consumo de agua envasada, pese a que su precio es uno de los más baratos. «Estamos acortando distancias, ya que los países que nos preceden, como Alemania o Austria, crecen del orden de un 2% ó 3% al año y España lo hace cerca del 9%», afirma Irene Zafra, secretaria general de Aneabe (Asociación Nacional de Empresas de Aguas de Bebida Envasada) (María Canales 2004).

Con los items 8 y 9 se quiere averiguar si el alumnado es consciente de los problemas que tienen los ciudadanos en relación con el agua en su pueblo. Se piensa que generalmente se desconocen estos problemas, en el caso de que los haya. El alumnado no aplica las informaciones de los medios de comunicación sobre la escasez de agua en su entorno próximo. Es optimista e inconsciente.

Cuadro 9: Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 4

**INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 4:**

**“El alumnado desconoce lo que significa desarrollo sostenible”**

10.- El desarrollo sostenible se practica cuando:

- a) Se consumen recursos renovables por debajo de su tasa de renovación y se liberan residuos por debajo de las posibilidades de absorción.
- b) Se consumen recursos no renovables.
- c) Se consumen recursos renovables.
- d) Se consumen recursos renovables por encima de su tasa de renovación y se liberan residuos por encima de las posibilidades de absorción.

14.-Cuanta más cantidad de fertilizantes se emplee en los cultivos, mejor cosecha se obtendrá.

Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Indiferente    De acuerdo    Totalmente de acuerdo

15.- La contaminación producida por las actividades humanas es un mal necesario para el desarrollo de nuestra sociedad.

Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Indiferente    De acuerdo    Totalmente de acuerdo

Con el ítem 10 nos interesa conocer lo que los estudiantes entienden por desarrollo sostenible. Pensamos que una mayoría no identificará la opción a) como correcta. Creemos que uno de sus desconocimientos será que aunque sepan que los medios acuáticos poseen la capacidad de autodepuración, ésta sólo podrá realizarse si no se sobrepasa el límite en cantidad de residuos que pueden degradarse de modo natural.

En cuanto al agotamiento del recurso, posiblemente tampoco tendrán en cuenta que si en un determinado tiempo se consume mayor cantidad de agua de un acuífero de la que se repone mediante aportes procedentes de zonas más elevadas o por las lluvias efectuadas in situ, no se puede hablar de desarrollo sostenible puesto que llegará un momento en el que se agotará.

Con el ítem 14 queremos conocer las opiniones de nuestro alumnado acerca de las prácticas que deben tenerse para ser respetuoso con el recurso agua. A la mayor parte de nuestra sociedad lo que le importa es la productividad del suelo y de los vegetales, por ello se paga el precio que sea, aunque se contaminen de modo irreversible los acuíferos.

Los siguientes ítems van encaminados a valorar la opinión de nuestro alumnado en torno al uso y consumo del agua, sus tendencias, si la consumen según un desarrollo sostenible, o presentan por el contrario una actitud más egoísta y menos solidaria con los demás.

Con el ítem 15 se deja patente si para el alumnado lo que cuenta es la opinión de la sociedad, que por lo general valora el progreso por encima de todo, confundiéndolo con el desarrollo, y con tal de conseguir ese “progreso” todo vale, o por el contrario su ética es más sólida.

Cuadro 10: Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 5

**INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 5:**

**“El alumnado desconoce lo que se entiende por consumo de agua según un desarrollo sostenible”**

12.- Para abastecer las necesidades de agua de nuestra sociedad se deben sobreexplotar los acuíferos si fuese necesario.

Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Indiferente    De acuerdo    Totalmente de acuerdo

13.- Estoy convencido que el consumo excesivo de agua no repercute en el medio ambiente.

Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Indiferente    De acuerdo    Totalmente de acuerdo

Con el ítem 12 queremos saber, la opinión y actitudes del alumnado en torno al consumo de agua, si piensa que debe gastarse toda la que se necesite aún a costa de sobreexplotar los acuíferos e incluso puede derrocharla sin preocuparle si queda para las generaciones futuras. Posiblemente opinará que mantener la vida humana es lo primero, pero, ¿qué se hará cuando se agote?

Con el ítem 13, queremos averiguar si nuestro alumnado piensa que el medio ambiente es indestructible y nada de lo que hagamos le afecta. El agua es un recurso imprescindible para la vida de todo tipo de ser, el consumo excesivo reduce las posibilidades de existencia en ese medio tanto de plantas como de animales, pero creemos que los estudiantes desconocerán este valor universal y opinarán que no afectará a la vida del entorno.

Cuadro 11: Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 6

**INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 6:**

**“El alumnado posee actitudes inadecuadas para tener un uso racional del agua”**

11. -¿Qué puedes hacer para que se utilice mejor el agua?

	Nada	Alguna cosa como:
En mi casa	<input type="checkbox"/>	_____
En la ciudad	<input type="checkbox"/>	_____
En la montaña, campo, playa, etc.	<input type="checkbox"/>	_____
En el colegio o instituto	<input type="checkbox"/>	_____

17.- Me gustaría hacer más cosas por la defensa de la naturaleza, pero creo que mis acciones son insignificantes.

<input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/> En desacuerdo	<input type="checkbox"/> Indiferente	<input type="checkbox"/> De acuerdo	<input type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo
---	--	--------------------------------------	-------------------------------------	--

18.- Estoy dispuesto a participar en campañas para fomentar el ahorro del agua y el reciclaje en mi centro escolar.

<input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/> En desacuerdo	<input type="checkbox"/> Indiferente	<input type="checkbox"/> De acuerdo	<input type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo
---	--	--------------------------------------	-------------------------------------	--

Si estás dispuesto, ¿con cuántos euros/mes? \_\_\_\_\_

19.- Sólo se mejorará el medio ambiente cuando la administración (Ayuntamiento, Consellería, etc.) aplique medidas más duras.

<input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/> En desacuerdo	<input type="checkbox"/> Indiferente	<input type="checkbox"/> De acuerdo	<input type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo
---	--	--------------------------------------	-------------------------------------	--

Con el ítem 11 queremos saber la disposición de nuestro alumnado para intentar hacer o proponer a otros acciones que favorezcan una mejor utilización del agua.

Pensamos que las acciones personales las considerarán de poca importancia y no valorarán su interés.

La reducción del consumo es la primera medida para un desarrollo sostenible y pensamos que el alumnado lo tendrá en cuenta a la hora de explicitar las acciones que podrían llevarse a cabo.

Con los ítem 17, 18, se quiere conocer la predisposición de nuestro alumnado a esforzarse para que mejore su entorno.

Con el ítem 19 se puede valorar si el alumnado piensa que sus acciones son insignificantes y alude a la responsabilidad de otros, si opina que la solución a los problemas debe venir desde fuera, creará que él no puede hacer nada, que no necesita esforzarse. Es importante concienciar a los estudiantes fomentando la elevación de su autoestima, es fundamental que comprendan que su colaboración es importante, se pueden organizar campañas de limpieza de ambientes acuáticos gestionadas por ellos y así hacerles ver que todos podemos ser respetuosos con el medio ambiente, con ello contribuimos a mejorar el entorno que nos rodea.

## **Capítulo IV**

# **PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA 1ª HIPÓTESIS**

## **1. CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA**

Comenzaremos este capítulo caracterizando la muestra que hemos utilizado para la realización de la investigación:

Se han elegido, a lo largo de los cursos 2002 – 2003 y 2003 – 2004 nueve submuestras suministradas por cuatro Centros de Enseñanza Secundaria diferentes que son:

<b>CENTRO</b>	<b>POBLACIÓN</b>
<b>I. E. S. Beatriu Fajardo de Mendoza</b>	Benidorm
<b>C. F. P. A. Serrano Morales</b>	Valencia
<b>C. F. P. A. Pablo Freire</b>	Alicante
<b>C. F. P. A. San Marcelino</b>	Valencia

Estos cuatro Centros los podemos agrupar en dos: por un lado el I. E. S. Beatriu Fajardo de Mendoza y por otro los Centros de Formación de Personas Adultas. En este último caso el alumnado de nuestra experiencia pertenece a 1º o/y 2º de GES.

Los Centros y niveles elegidos han sido:

- ✿ El Instituto de Enseñanza Secundaria Beatriu Fajardo de Mendoza situado en el pueblo de BENIDORM en la provincia de Alicante. El alumnado participante en la experiencia pertenece a 1º de E.S.O., sus edades están en torno a los 12 y 13 años. La experimentación se ha realizado en los cursos 2002 – 2003 y 2003 – 2004 desde la asignatura optativa Educación Medioambiental.
- ✿ El Centro de Formación de Personas Adultas (C.F.P.A.) Serrano Morales, situado en la ciudad de Valencia. El alumnado participante es el de 1º y 2º de Graduado en Enseñanza Secundaria (GES). La edad media de este alumnado es alrededor de los 30 años siendo siempre superior a los 18 años. La experimentación se ha realizado en 1º de GES durante los cursos 2002 – 2003 y 2003 – 2004 y en 2º de GES en el curso 2002 – 2003. En ambos grupos el módulo desde el que se ha realizado la experimentación ha sido el de Naturaleza, Ecología y Salud.
- ✿ El C.F.P.A. Pablo Freire situado en la ciudad de Alicante. El alumnado participante es de 2º de Graduado en Enseñanza Secundaria (GES), La edad media de este alumnado es de 21 años siendo siempre superior a los 18. La experimentación se ha realizado en el curso 2002 – 2003, desde el módulo de Naturaleza, Ecología y Salud.
- ✿ El Centro de Formación de Personas Adultas (C.F.P.A.) San Marcelino, situado en la ciudad de Valencia. El nivel del alumnado es de 1º o/y 2º de Graduado en Enseñanza Secundaria (GES). La edad media de este alumnado está alrededor de los 20 años siendo siempre superior a los 18 años. La experimentación se ha realizado en 1º de GES durante el curso 2003 – 2004 y en 1º y 2º de GES en el curso 2002 – 2003, el módulo desde el que se ha realizado la experimentación ha sido el de Naturaleza Ecología y Salud.

Facilitamos en la tabla adjunta el resumen de lo expuesto:

Tabla 3: Caracterización de la muestra objeto de nuestro estudio

<b>CENTRO</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>NIVELES</b>	<b>CURSO</b>	<b>Nº Alumnos submuestra</b>	<b>ASIGNATURA</b>
<b>I. E. S. Beatriu Fajardo de Mendoza</b>	Benidorm	1º ESO	2002 – 2003	23	Optativa: “Educación Medioambiental”
			2003 - 2004	28	
<b>C. F. P. A. Serrano Morales</b>	Valencia	1º GES	2002 – 2003	15	Naturaleza, Ecología y Salud
			2003 - 2004	18	
		2º GES	2002 - 2003	25	
<b>C. F. P. A. Pablo Freire</b>	Alicante	2º GES	2002 - 2003	25	Naturaleza, Ecología y Salud
<b>C. F. P. A. San Marcelino</b>	Valencia	1º GES	2002 – 2003	6	Naturaleza, Ecología y Salud
			2003 - 2004	8	
		2º GES	2002 – 2003	13	
<b>TOTAL</b>			<b>9 submuestras</b>	<b>161 alumnos</b>	

El número de personas no es el mismo en todas las submuestras, siendo menor en 1º de GES de los Centros de Formación de Personas Adultas (C.F.P.A.), ya que en el momento de la investigación nos encontrábamos al principio de la existencia de este tipo de enseñanza y era desconocida, por ello la cantidad de alumnado de 1º de GES fue menor. También debemos constatar que el alumnado adulto es menos constante y se producen más abandonos, por lo que aunque en un primer momento el número de personas era mayor, al final de curso quedó reducido desechándose las encuestas iniciales de aquellos alumnos o alumnas que habían abandonado.

## **2. JUSTIFICACIÓN DE LOS AGRUPAMIENTOS DE LAS SUBMUESTRAS**

La muestra objeto de nuestro estudio, son 9 submuestras distintas, ya que aunque son 4 los Centros participantes en la investigación, tres de ellos la han realizado durante dos años consecutivos, cada año con diferente alumnado, además en dos de los Centros, se ha investigado con más de un grupo, por ello en total tenemos 9.

El tener tantas submuestras hace que nuestra investigación tenga excesivas variables y sea de elevada complejidad. Con el fin de simplificar, en la medida de lo

posible, hemos decidido hacer agrupamientos que permitan reducir el número de submuestras. Para ello hemos adoptado los siguientes criterios:

*1º La edad.* Atendiendo a la edad teníamos dos grupos el 1º de ESO y el alumnado de GES.

*2º Conocimientos que poseen.* En el alumnado de GES, se pueden diferenciar dos grupos en base a sus conocimientos, de 1º y de 2º de GES.

No hemos diferenciado por sexos porque hemos constatado que no hay diferencias significativas.

El número total de alumnos que abarca nuestra investigación es de 161. El cuestionario presentado contiene unos ítems referidos fundamentalmente a conceptos y otros a actitudes. El conjunto de los ítems que se refieren a conceptos se ha valorado sobre 10 puntos, así como el de actitudes, no obstante la participación en la nota global es de 7,5 puntos para los conceptos y 2,5 puntos para las actitudes.

Así pues, los grupos que constituyen la muestra son 1º de ESO, 1º de GES y 2º de GES.

En la tabla nº 4, podemos constatar los bajos conocimientos del alumnado en general que compone nuestra muestra a estudiar. Se observa que el grupo de 2º de GES presenta un nivel de conocimientos superior al de 1º de GES. El nivel de 1º de GES es prácticamente igual al de 1º de ESO pero no ocurre lo mismo con las actitudes, ya que encontramos una ligera mejora en 1º de ESO.

En cuanto a la dispersión de los valores, podemos observar que la menor corresponde al alumnado de 2º de GES, siendo la muestra más homogénea, la mayor dispersión es la de 1º de GES, aunque está próxima a la de 1º de ESO. Es lógico que la dispersión en 1º sea mayor que en 2º, ya que en 1º si incluyen alumnos de nivel de conocimientos bastante diferentes.

Tabla 4: Notas globales obtenidas en la valoración del cuestionario.

Nivel de estudios	Nº de alumnos	Nota media global (Conceptos: 7,5 actitudes: 2,5)	Desviación típica, nota global	Nota Media conceptos	Nota Media actitudes
1º ESO	51	4,12	1,42170	4,12	4,12
1º GES	47	4,18	1,53898	4,28	3,88
2ª GES	63	5,51	1,27029	5,55	5,36
Global	161	4,68	1,54257	4,73	4,53

### 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE APLICAR LOS INSTRUMENTOS DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Recordemos nuestra primera hipótesis de trabajo: *El alumnado no tiene una representación adecuada de lo que significa el agua para la vida en el Planeta, ya que no concede al agua el valor que tiene en nuestras vidas, ni valora la necesidad de un desarrollo sostenible como único modo de controlar y mejorar la situación actual de problemática ambiental.* Para contrastarla hemos aplicado dos instrumentos de análisis, una entrevista y un cuestionario. La entrevista consta de 6 preguntas, que se han formulado a una muestra reducida de nuestro alumnado constituida por 27 alumnos de 1º de ESO, 26 de 1º de GES y 28 de 2º de GES. El cuestionario consta de 20 ítems. Hemos aplicado el cuestionario con todo el alumnado de nuestra muestra constituido por 51 alumnos de 1º de ESO, 47 de 1º de GES y 63 de 2º de ESO.

Una vez tabulados los datos obtenidos con las respuestas dadas por el alumnado entrevistado y por el encuestado con los diferentes ítems del cuestionario, pasamos a hacer un análisis de los resultados obtenidos, valorándolos atendiendo a los diferentes instrumentos diseñados, agrupados en función de la temática en que hayan sido incluidos.

#### 3.1. RESULTADOS DE APLICAR EL INSTRUMENTO DE ANÁLISIS 0

Cuadro 12: Resultados de aplicar el instrumento de análisis 0 del cuestionario para valorar la situación inicial del encuestado

INSTRUMENTO DE ANÁLISIS 0 DEL CUESTIONARIO, PARA VALORAR LA SITUACIÓN INICIAL								
<i>Ítem. 0 ¿Has estudiado ALGUNA VEZ la problemática existente acerca del agua (procedencia, utilidades, escasez, contaminación, etc.)?</i>								
<i>En caso afirmativo ¿Cuándo?</i>								
Nº de ÍTEM Respuesta correcta	1º ESO Número = 51		1º GES Número = 47		2º GES Número = 63		GLOBAL Número = 161	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
ÍTEM 0 Han estudiado la problemática del agua anteriormente	31	60,8	18	38,3	31	49,2	80	49,7

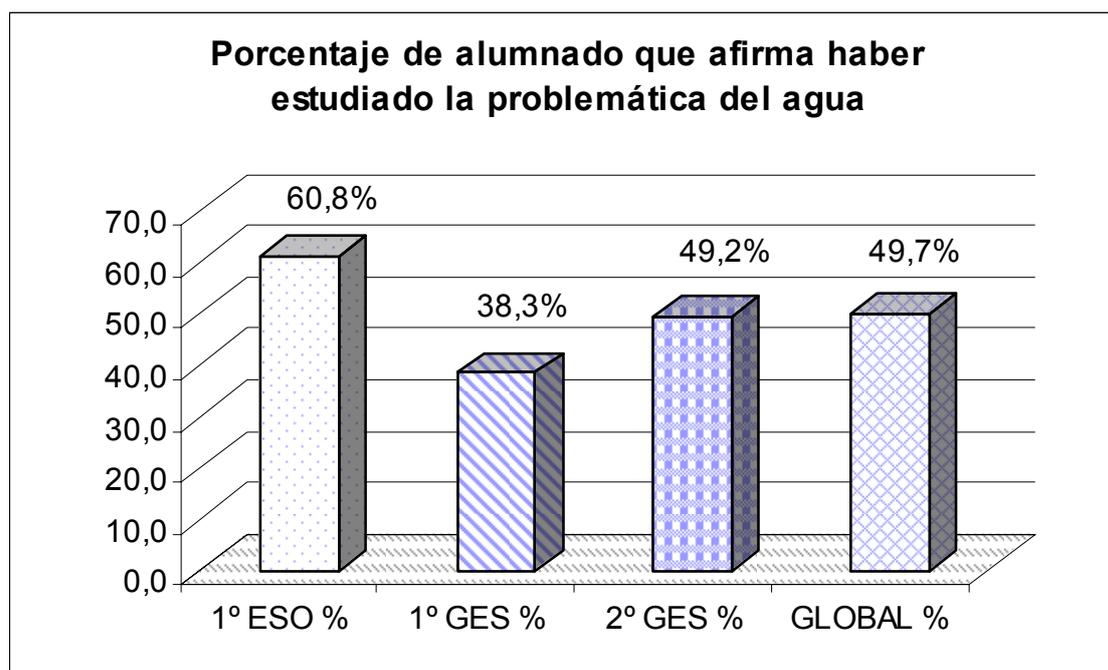


Figura 8: Porcentaje de alumnado que afirma haber estudiado la problemática del agua

Este primer ítem del cuestionario nos sirve para conocer si la problemática del agua ha sido estudiada por los distintos grupos de alumnos recientemente. En sus resultados observamos que el 60,8 % de 1º ESO afirma haberla estudiado en 2º de GES lo asegura un porcentaje algo menor 49,2 %, y por último tenemos los estudiantes de 1º GES, donde sólo un 38,3 % lo afirma. Una razón de esta diferencia se halla en el diferente currículo escolar que hasta el momento haya trabajado el alumnado, quizás se deba a la existencia de mayores problemas con respecto al agua en la ciudad en la que se ubica el alumnado de 1º de ESO, Benidorm que tiene mayor escasez de agua potable que la ciudad de Valencia.

En relación al segundo apartado de la pregunta sobre cuándo han trabajado la problemática del agua, los resultados se presentan en la figura 9.

De la observación de la figura 9 podemos señalar que la mayoría no había trabajado nunca la problemática del agua previamente al desarrollo de nuestra experimentación y también hay una minoría que no recordaba haberla trabajado, no obstante algunos grupos sí la habían trabajado con anterioridad bien en el curso pasado o en otros cursos.

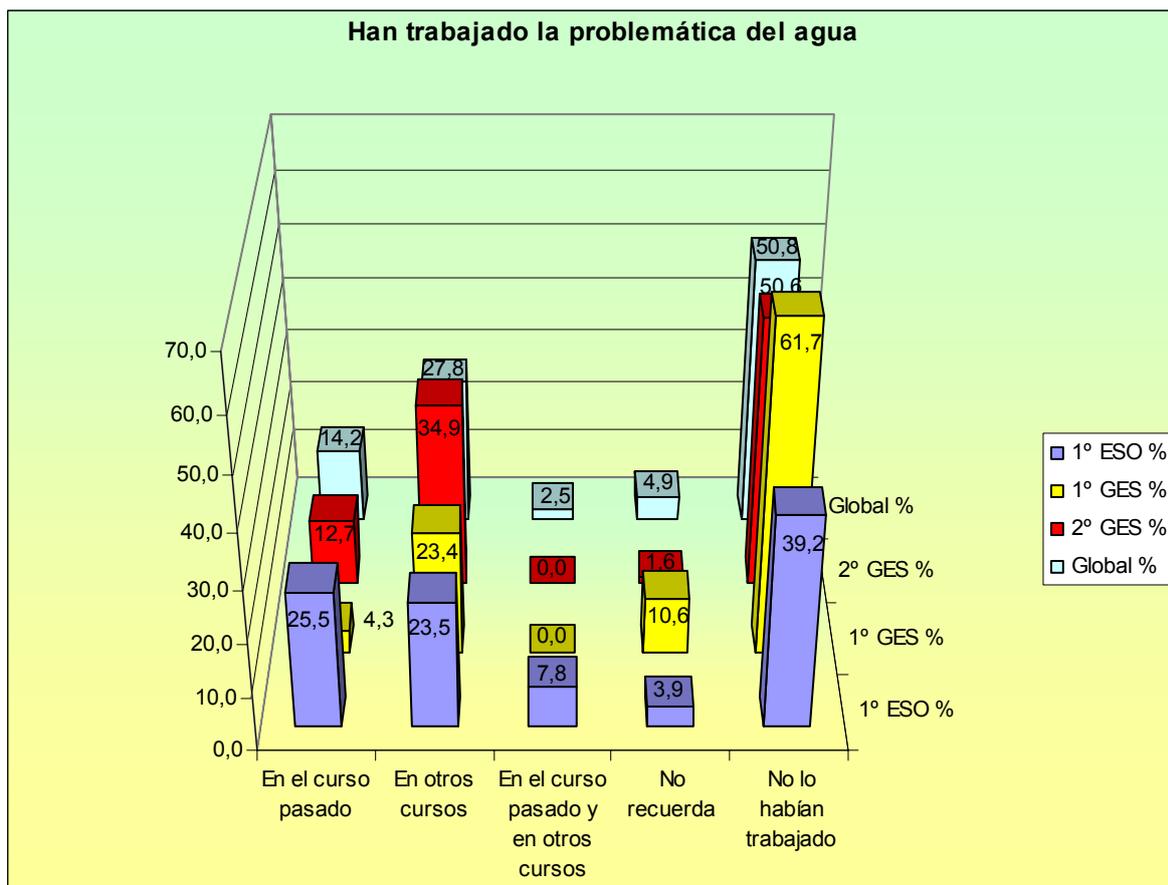


Figura 9: Representación de cuándo el alumnado ha trabajado la problemática del agua.

### 3.2. RESULTADOS DE APLICAR LOS INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 1: “El alumnado desconoce la importancia del agua para la supervivencia de los seres vivos”

Para contrastar esta subhipótesis contamos con una pregunta de la entrevista y 3 ítems del cuestionario. Ambos se presentan a continuación:

Todas las respuestas que se han obtenido para esta pregunta se han agrupado en las categorías que se señalan, de entre ellas consideramos como respuesta acertada el que se afirme que se puede estar menos tiempo sin ingerir alimentos líquidos, lo que traducimos diciendo que los alimentos líquidos tienen mayor importancia que los alimentos sólidos.

Cuadro 13: Resultados de aplicar el instrumento de análisis entrevista para contrastar la 1ª hipótesis derivada

**INSTRUMENTO DE ANÁLISIS ENTREVISTA, PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 1**

*1º La incorporación al organismo humano de alimentos y de agua es necesaria para vivir. No obstante, ¿cuánto tiempo consideras que se puede estar sin ingerir alimentos sólidos? ¿y alimentos líquidos?*

PREGUNTA 1 Respuestas ofrecidas (Sombreada la correcta)	1º ESO Número = 27		1º GES Número = 26		2º GES Número = 28	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Los alimentos líquidos son menos importantes que los sólidos.	5	18,52	2	7,69	0	0
Los alimentos líquidos son igual de importantes que los sólidos.	4	14,81	2	7,69	1	3,57
Los alimentos líquidos son más importantes que los sólidos.	18	66,67	21	80,77	24	85,71
No responde.	0	0,00	1	3,85	3	10,71

De la observación de la gráfica, podemos constatar que en 1º de ESO sólo ha acertado el 66,67 % del alumnado. Casi un 20 % de 1º de GES y un 15 % de 2º de GES no lo saben.

Porcentaje de alumnado que considera más importante los alimentos líquidos

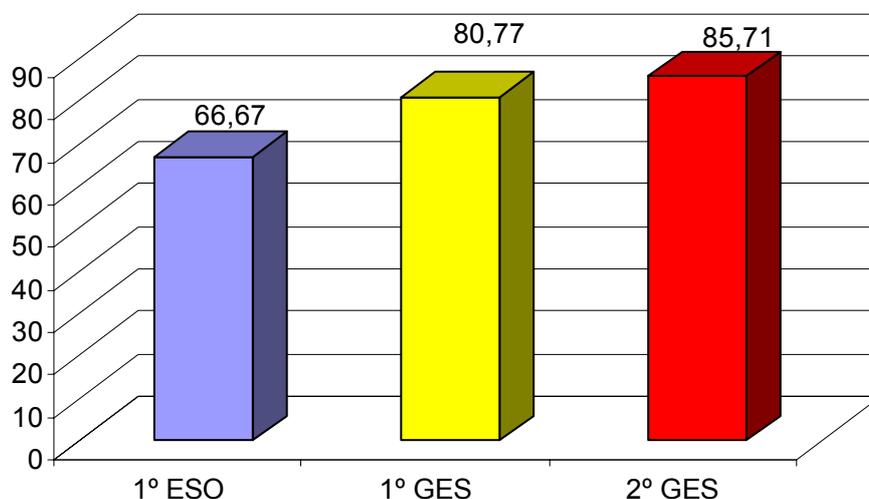


Figura 10: Porcentaje de alumnado que considera más importantes los alimentos líquidos.

Cuadro 14: Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 1

**INSTRUMENTO DE ANÁLISIS CUESTIONARIO, PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 1**

3.- El valor medio del consumo de agua por habitante y día es de:

a) Entre 10 y 50 litros.                      b) Entre 50 y 100 litros.  
 c) Entre 100 y 300 litros.                      d) Entre 300 y 500 litros.

16.- La contaminación de las aguas es un problema ambiental que sólo perjudica a los seres humanos.

Totalmente en desacuerdo     En desacuerdo     Indiferente     De acuerdo     Totalmente de acuerdo

20.- La incorporación al organismo humano de agua es necesaria para vivir. No obstante, se puede permanecer en perfecto estado durante más de 14 días sin tomar líquidos, siempre que se permanezca en reposo.

Totalmente en desacuerdo     En desacuerdo     Indiferente     De acuerdo     Totalmente de acuerdo

Nº de ÍTEM Respuesta correcta	1º ESO Número = 51		1º GES Número = 47		2º GES Número = 63		GLOBAL Número = 161	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
<b>ÍTEM 3</b> El valor medio de litros de consumo por habitante y día está entre 100 y 300 litros	16	31,4	7	14,9	14	22,2	37	23,0
<b>ÍTEM 16</b> La contaminación de las aguas es un problema ambiental que sólo perjudica a los seres humanos: "Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo"	40	78,4	37	78,7	59	93,7	136	84,5
<b>ÍTEM 20</b> Se puede permanecer en perfecto estado durante más de 14 días sin tomar líquido: "Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo"	26	51,0	37	78,7	53	84,1	116	72,0

Tabla 5: Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionario para contrastar la 1ª hipótesis derivada

En el **ítem 3** el mayor porcentaje de aciertos lo presenta el colectivo de 1º de ESO con el 31,4%, le sigue el 2º GES con el 22,2% y por último se encuentra el 1º de

GES con un 14,9 %, lo que significa, en éste último caso, que casi un 85 % del alumnado de 1º de GES no es consciente de la cantidad de agua que gasta a pesar de ser adultos.

En el ítem 16 podemos observar en la tabla que el porcentaje de aciertos en el 2º de GES es el mayor con un 93,7 %, seguido con un 78,7 % del colectivo de 1º de GES y por último el 1º de ESO con un 78,4 %. Hay que destacar que más de un 20 % del alumnado de 1º de GES y 1º de ESO opinan que la contaminación ambiental sólo perjudica a los seres humanos.

En el ítem 20 podemos observar en la tabla que el porcentaje de aciertos en el 2º de GES es el mayor con un 84,1 %, seguido con un 78,7 % del colectivo de 1º de GES y por último el 1º de ESO con un 51,0 %. Podemos constatar como los resultados son muy similares a los de la 1ª cuestión de la entrevista, en la que se cuestionaba también el valor del agua en la permanencia de la vida.

### 3.3. RESULTADOS DE APLICAR LOS INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 2: “El alumnado desconoce la gestión del agua y los problemas derivados de ella”

Cuadro 15: Resultados de aplicar el instrumento de análisis entrevista para contrastar la 2ª hipótesis derivada

INSTRUMENTO DE ANÁLISIS ENTREVISTA PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 2						
4º ¿Podemos gastar toda el agua potable que queremos?						
PREGUNTA 4 Respuestas ofrecidas (Sombreada la correcta)	1º ESO Número = 27		1º GES Número = 26		2º GES Número = 28	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Sí	1	3,70	2	7,69	8	28,57
No	26	96,30	24	92,31	20	71,43

Consideramos como respuesta acertada que afirme que no se puede gastar toda el agua potable que queremos, puesto que el agua dulce es escasa e imprescindible para todos los seres vivos, por lo que no se puede derrochar. El colectivo con mayor porcentaje de aciertos es el de 1º de ESO con un 96,30%, le sigue con un 92,31 el

colectivo de 1º de GES y por último se encuentra el de 2º de GES con un 71,43%. Podemos constatar como la mayoría del alumnado entrevistado lo sabe, no obstante lo que sorprende es que hay un 28,57 % de 2º de GES que no lo ha respondido y corresponde al colectivo de mayor nivel de conocimientos y de edad.

Cuadro 16: Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 2

<b>INSTRUMENTO DE ANÁLISIS CUESTIONARIO PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 2</b>	
4.- Indica cuáles de las afirmaciones que hacemos acerca de las plantas depuradoras son correctas:	
a) Eliminan o separan la materia orgánica que contenía el agua, dejando ésta depurada.	
b) El agua recibe un tratamiento físico-químico y biológico.	
c) Las aguas residuales urbanas una vez depuradas son aptas para consumo humano.	
d) No se consigue eliminar del agua bacterias que pueden ocasionar enfermedades importantes.	
5.- Indica cuales de las siguientes afirmaciones se corresponden con una planta potabilizadora:	
a) Es necesaria para que la calidad del agua sea adecuada para el uso humano.	
b) Deja libre al agua de microorganismos patógenos para las personas.	
c) No garantiza que el agua de los lagos, ríos y mares esté completamente limpia.	
d) Es necesaria ya que se vierten demasiados elementos químicos en los cursos ordinarios de agua, con lo que se hace imposible el proceso de autodepuración de la misma.	
7.- ¿Por qué piensas que hay que pagar el agua que gastamos?	

Tabla 6: Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionario para contrastar la 2ª hipótesis derivada

Nº de ÍTEM	Respuestas correctas	1º ESO Número = 51		1º GES Número = 47		2º GES Número = 63		GLOBAL Número = 161		
		Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	
ÍTEM 4	Las acciones que se llevan a cabo en una depuradora son: a), b) y d)	0	0	2	4,3	1	1,6	3	1,9	
ÍTEM 5	Las acciones que se llevan a cabo en una potabilizadora son: a) y b)	6	11,8	6	12,8	8	12,7	20	12,4	
ÍTEM 7	Hay que pagar el agua que gastamos porque:	Dice una razón	36	70,6	26	55,3	39	61,9	101	62,7
		Dice dos ó 3 razones	4	7,8	4	8,5	15	23,8	23	14,3

En el **ítem 4** hay que destacar el alto grado de desconocimiento por parte del alumnado de 1º de ESO y del de GES tanto el de 1º como el de 2º, pues hay un 0 % en 1º de ESO, un 4,3 % en 1º de GES y un 1,6 % en 2º de GES que conocen las acciones que se llevan a cabo en una depuradora. Además hay un 19,60 % de 1º de ESO que afirma que el agua depurada en la depuradora se puede beber, un 17,02 % de 1º de GES también lo afirma, así como un 14,28 % del alumnado de 2º de GES, por lo que podemos afirmar que no son conscientes de que en la depuradora no se eliminan bacterias.

Al igual que en el caso del ítem 4 para el **ítem 5** los resultados han sido bajísimos, lo que demuestra que el alumnado desconoce los tratamientos que recibe el agua, bien para su depuración o para su potabilización. En el caso del ítem 5 encontramos al 1º y 2º de GES muy igualados con un 12,8 y 12,7 respectivamente y aún son menores los correspondientes a 1º de ESO con un 11,8. Estos resultados denotan que casi un 90 % del alumnado desconoce las acciones que se llevan a cabo para potabilizar el agua.

En el **ítem 7**, al ser un ítem abierto, el alumnado ha propuesto su propia respuesta, destacamos las siguientes por considerarlas correctas o más frecuentes:

- ***Para inducir al ahorro y no la gastemos toda.*** Es la más frecuente
- ***Porque queda poca y no hay bastante para todos.***
- ***Porque la necesitamos y gastamos. Vale mucho.***
- ***Para racionalizar su uso.***
- ***Para que se administre bien.***
- ***Porque hay gastos en infraestructuras para su reciclaje y salarios.***
- ***Porque se consume un recurso y hay que pagarlo.***
- ***Para seguir suministrando agua a las viviendas.***
- ***No deberían, el agua es de todos.***
- ***Para que la administración tenga más fondos.***
- ***Porque lo dice el Gobierno.***

Hemos considerado incorrectas las tres últimas, y todas las demás correctas.

La respuesta correcta que más personas ha propuesto es “para inducir al ahorro y no la gastemos toda”, curiosamente de todos los colectivos, lo que demuestra que son conscientes de que hay poca agua y opinan que se puede fomentar el ahorro condicionando el consumo a su precio.

Se han hecho las agrupaciones patentes en la tabla para valorar el grado de concienciación, considerándola mayor en el caso de aquellos alumnos que aporten mayor cantidad de razones. Se puede constatar que el 35,95% del alumnado de 1º de GES no da ninguna razón, un 21,6 % de 1º de ESO tampoco ofrecen ninguna y por último hay un 14,3 % del alumnado de 2º de GES que no ha dicho por qué hay que pagar el agua.

### 3.4. RESULTADOS DE APLICAR LOS INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 3: “El alumnado desconoce la problemática ambiental existente en torno al agua dulce”.

Cuadro 17: Resultados de aplicar el instrumento de análisis entrevista para contrastar la 3ª hipótesis derivada

<b>INSTRUMENTO DE ANÁLISIS ENTREVISTA PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 3</b>							
<i>2º ¿Consideras que en nuestro planeta hay suficiente agua potable para todos?</i>							
<i>3º ¿Podemos llegar a quedarnos sin agua potable?</i>							
PREGUNTAS 2 y 3 Respuestas ofrecidas (Sombreadas las correctas)		1º ESO Número = 27		1º GES Número = 26		2º GES Número = 28	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
¿En el planeta hay suficiente agua potable para todos?	Sí	8	29,63	12	46,15	9	32,14
	No	19	70,37	14	53,85	19	67,86
¿Podemos llegar a quedarnos sin agua potable?	Sí	25	92,59	22	84,62	24	85,71
	No	2	7,41	4	15,38	4	14,29

En la **pregunta nº 2** de la entrevista consideramos como respuesta acertada que se afirme que sí existe suficiente agua potable para todos, el problema es que está mal repartida y hay quien gasta la parte que correspondería a otros. Los resultados son bastante bajos, el mejor es el de 1º de GES con un 46,15 % aunque demuestra que hay más del 50 % que no lo sabe. Le sigue 2º de GES con 32,14% y por último 1º de ESO con un 29,63%, en este último caso podemos constatar que hay más del 70 % del alumnado que no lo sabe.

Con la **pregunta nº 3 de la entrevista** pretendemos averiguar si el alumnado es consciente de la grave problemática del agua que nos afecta porque podemos quedarnos sin agua potable. La respuesta que consideramos correcta es sí, porque en determinados lugares ya no tienen agua potable y tienen que obtenerla desalando la de mar o transportándola de otros lugares que disponen de más agua de la que necesitan. Podemos constatar que la mayoría del alumnado sabe que podemos quedarnos sin agua potable, aún así hay un 15 % en 1º de GES que no lo sabe, y le sigue de cerca el 2º de GES con un 14 %. Los mejores resultados han sido los de 1º de ESO.

Es posible que el alumnado de 1º de ESO a pesar de su corta edad ya sean conscientes de ello pues viven en Benidorm y más de una vez han cortado el agua en su ciudad.

Cuadro 18: Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la 3ª hipótesis derivada

### **INSTRUMENTO DE ANÁLISIS CUESTIONARIO PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 3**

1.- Indica cuál de las siguientes afirmaciones consideras que es verdadera:

- a) La disponibilidad de reservas de aguas subterráneas, dulces y accesibles, es ilimitada.
- b) **Sólo el 0,01 % del agua existente es dulce y accesible.**
- c) Sólo el 3,5 % del agua existente en nuestro planeta es dulce y accesible.
- d) En la Tierra disponemos de toda el agua dulce que queramos en cualquier parte del mundo.

2.- ¿En la Comunidad Valenciana qué actividad humana consume más agua?

- a) Urbana.
- b) Turística.
- c) **Agrícola.**
- d) Energética.
- e) Industrial.
- f) Recreativa.

6.- ¿Crees que en la naturaleza existe suficiente agua para poder gastar toda la que queramos?

SÍ       NO       NO LO SÉ

8.- ¿Piensas que hay problemas de agua en tu ciudad? ¿Y en otras ciudades o países?

En mi ciudad      SÍ       ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

NO       NO LO SÉ

En otras ciudades      SÍ       ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

NO       NO LO SÉ

9.- Señala en qué consisten estos problemas y algunas de las causas que los originan.

Tabla 7: Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionario para contrastar la 3ª hipótesis derivada

Nº de ÍTEM	Respuestas correctas	1º ESO Número = 51		1º GES Número = 47		2º GES Número = 63		GLOBAL Número = 161	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
ÍTEM 1	Sólo el 0,01 % es dulce y accesible	5	9,8	7	14,9	25	39,7	37	23,0
ÍTEM 2	En la Comunidad Valenciana la actividad agrícola es la que más agua consume	22	43,1	18	38,3	21	33,3	61	37,9
ÍTEM 6	En la naturaleza no hay agua para gastar toda la que queramos	46	90,2	38	80,9	55	87,3	139	86,3
ÍTEM 8	Hay problemas de agua en:								
	Mi ciudad	21	41,2	19	40,4	33	52,4	73	45,3
	Otras Ciudades	34	66,7	25	53,2	53	84,1	112	69,6
ÍTEM 9	Señala problemas y causas								
	Dice un problema	28	54,9	14	29,8	22	34,9	64	39,8
	Dice 2 ó 3	10	19,6	12	25,5	28	44,4	50	31,1
	Dice 4 ó más	2	3,9	1	2,1	3	4,8	6	3,7

Para el **ítem 1** del cuestionario el colectivo de 2º de GES es el que más aciertos presenta con un 39,7%, le sigue el de 1º de GES con un 14,9% y por último sólo un 9,8 % de alumnado de 1º ESO conoce la respuesta correcta.

Para el **ítem 2** la respuesta valorada como correcta es la opción *c) Agrícola*. La mayoría del alumnado no sabe que en la Comunidad Valenciana, la agricultura consume más agua que cualquier otra actividad. El mayor porcentaje de aciertos lo presenta el 1º de ESO con un 43,1 %, le sigue en aciertos el 1º de GES con un 38,3 % y por último el colectivo de 2º de GES con un 33,3 % es el que menor porcentaje tiene. El alumnado de 1º de ESO que además de ser de corta edad y de no encontrarse en una localidad predominantemente agrícola ha destacado, con respecto a los otros colectivos, que en nuestra comunidad la actividad que más agua consume es la agrícola. De todos modos la mayoría no conoce la respuesta, pues en el caso de 1º de ESO, a pesar de presentar el mejor resultado, más de la mitad lo desconoce.

Para el **ítem 6** el mejor resultado es el de 1º ESO en donde el 90,2 % ha afirmado que en la naturaleza no hay agua para gastar toda la que queramos, le sigue el 2º de GES con un 87,3% y por último el de 1º de GES cuyo porcentaje de aciertos es de un 80,9 %.

En el **ítem 8** consideramos como respuestas válidas las que reconocen la existencia de problemas, Que los tienen en su ciudad sólo lo afirma el 41,2% de 1º de ESO, en 1º de GES un 40,4%, y el 52,4% del alumnado del 2º de GES.

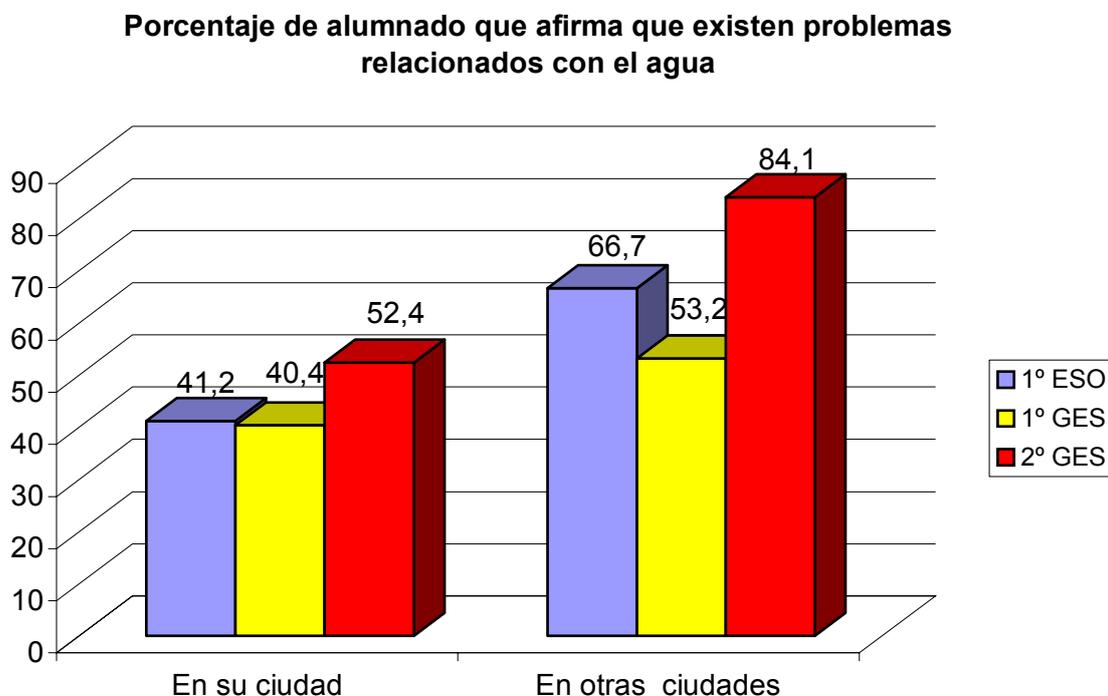


Figura 11: Porcentaje de alumnado que afirma que existen problemas relacionados con el agua.

Que exista problemas de agua en otras ciudades o países lo señalan: en 1º de ESO el 66,7 %, un 53,2 % del alumnado de 1º GES y un 84,1% del alumnado del 2º de GES. Podemos constatar como son mucho más conscientes de los problemas de fuera que de los de su ciudad o entorno más cercano. Los problemas están fuera, ellos no los tienen, por lo que pueden gastar lo que quieran.

El ítem 9 es abierto. Para su análisis adjuntamos la relación de las respuestas ofrecidas por el alumnado ordenadas de mayor porcentaje de elección a menor. Queremos constatar que han señalado algunos problemas pero ninguna de las causas que los provocan.

- *Escasez de lluvias. Deforestación. Escasez de agua. Clima.*
- *Han derrochado el agua y casi la han agotado.*
- *Poca calidad y estanqueidad de las infraestructuras.*
- *La contaminación del agua, pérdida de calidad.*
- *Superpoblación. A veces por turistas.*
- *Pérdidas por canalización y evaporación.*
- *Los tratamientos del agua resultan caros, no pueden pagarse en muchos países.*
- *Enfermedades e incluso muerte al consumir agua en mal estado.*
- *Tener que emigrar para conseguir agua.*
- *Insuficientes depuradoras.*
- *No se pueden regar los campos.*
- *Los que están arriba no dejan pasar el agua.*
- *Falta de reservas de agua. Pocos pantanos.*
- *Malas y escasas infraestructuras de trasvases de aguas.*

No responder lo consideramos como una respuesta errónea pues valoramos en positivo lo que sabe el alumnado y esto significa que, hasta el momento, no se ha involucrado en el problema.

El mejor resultado lo presenta 2º de GES, donde hay un 4,8 % que señalan más de 4 problemas, un 44,4 % apuntan entre dos o tres y por último un 34,9 % encuentra un problema. En el caso del colectivo de 1º de GES, un 2,1% del alumnado ha señalado más de 4 problemas, un 25,5 % ha nombrado dos o tres problemas y por último el 29,8 % sólo ha citado uno. El peor colectivo es el de 1º de ESO con un 3,9 % que señalan más de 4, un 19,6 % que apuntan entre dos o tres problemas y un 54,9 % que sólo nombra uno.

Además de destacar las respuestas concretas del alumnado para este ítem, queremos reflejar la concienciación que tienen algunos de ellos y atendemos al nº de respuestas que realizan. Mientras hay quien afirma no saber o no responde, hay quién señala más de un problema.

### 3.5. RESULTADOS DE APLICAR LOS INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 4: “El alumnado desconoce lo que significa desarrollo sostenible”

Cuadro 19: Resultados de aplicar el instrumento de análisis entrevista para contrastar la 4ª hipótesis derivada

INSTRUMENTO DE ANÁLISIS ENTREVISTA PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 4							
5º ¿Qué entiendes por desarrollo sostenible?							
PREGUNTA 5 Respuestas ofrecidas (Sombreadas las correctas)		1º ESO Número = 27		1º GES Número = 26		2º GES Número = 28	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Por desarrollo sostenible entienden no perjudicar generaciones futuras	Gastar de un modo racional para que la naturaleza se renueve de forma que no haya escasez de recursos naturales.	1	3,70	0	0	4	14,29
	Que hagamos lo posible por conservar agua, alimentos, paisajes, etc.	0	0	1	3,85	1	3,57
	Desarrollo ecológico del mundo sin cambiar el planeta	0	0	2	7,69	3	10,71
	procurar no gastar más recursos de los que se tienen, para evitar quedarnos sin ellos	0	0	1	3,85	1	3,57
En el desarrollo sostenible no tienen en cuenta a las generaciones futuras	El consumo que hacemos diariamente cada ciudadano	0	0	1	3,85	0	0
	Que si uno gasta más de lo que tiene, llegaría un momento que se le agotarían a uno los recursos	0	0	1	3,85	0	0
	No hacer un mal uso de las comodidades que podamos disfrutar	0	0	1	3,85	0	0
	Ahorrar agua y todo lo que se pueda reciclar que se recicle.	0	0	0	0	1	3,57
	Un desarrollo de manera estable, que es de manera progresiva	0	0	0	0	1	3,57
	Que todo el mundo tiene que tener cosas para poder vivir.	0	0	0	0	1	3,57
	No sabe, no responde	26	96,30	19	73,08	16	57,14

Dado que la pregunta es abierta se han recogido todas las respuestas ofrecidas por el alumnado y hemos aceptado como correctas las cuatro acepciones sombreadas porque tienen en cuenta a las generaciones futuras. Aunque algunas no recogen todo el significado de lo que se entiende como desarrollo sostenible, se aproximan a él.

No obstante hay que destacar los elevados porcentajes de alumnado que no responde: un 96,30% de 1º de ESO un 73,08% de 1º de GES y 57,14 % el de 2º de GES En 1º y 2º de GES muchas de las respuestas que han dado no tienen en cuenta a las futuras generaciones. En 1º de ESO sólo el 3,70 % responde algo coherente con el significado de desarrollo sostenible, en 1º de GES sólo el 15,39 % parece tener nociones y por último el 32,14 % de 2º de GES denota tener alguna formación al respecto.

Cuadro 20: Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la 4ª hipótesis derivada

**INSTRUMENTO DE ANÁLISIS CUESTIONARIO PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 4**

10.- El desarrollo sostenible se practica cuando:

- a) Se consumen recursos renovables por debajo de su tasa de renovación y se liberan residuos por debajo de las posibilidades de absorción.
- b) Se consumen recursos no renovables.
- c) Se consumen recursos renovables.
- d) Se consumen recursos renovables por encima de su tasa de renovación y se liberan residuos por encima de las posibilidades de absorción.

14.-Cuanta más cantidad de fertilizantes se emplee en los cultivos, mejor cosecha se obtendrá.

Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Indiferente    De acuerdo    Totalmente de acuerdo

15.- La contaminación producida por las actividades humanas es un mal necesario para el desarrollo de nuestra sociedad.

Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Indiferente    De acuerdo    Totalmente de acuerdo

Tabla 8: Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionario para contrastar la 4ª hipótesis derivada

Nº de ÍTEM Respuestas correctas	1º ESO Número = 51		1º GES Número = 47		2º GES Número = 63		GLOBAL Número = 161	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
<b>ÍTEM 10</b> Se practica el desarrollo sostenible cuando se consumen recursos renovables por debajo de su tasa de renovación.	6	11,8	8	17	25	39,7	39	24,2
<b>ÍTEM 14</b> Cuanta más cantidad de fertilizantes, mayor cosecha se obtendrá “Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo”	21	41,2	27	57,4	53	84,1	101	62,7
<b>ÍTEM 15</b> La contaminación producida por las actividades humanas es un mal necesario para el desarrollo de nuestra sociedad. “Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo”	23	45,1	22	46,8	43	68,3	88	54,7

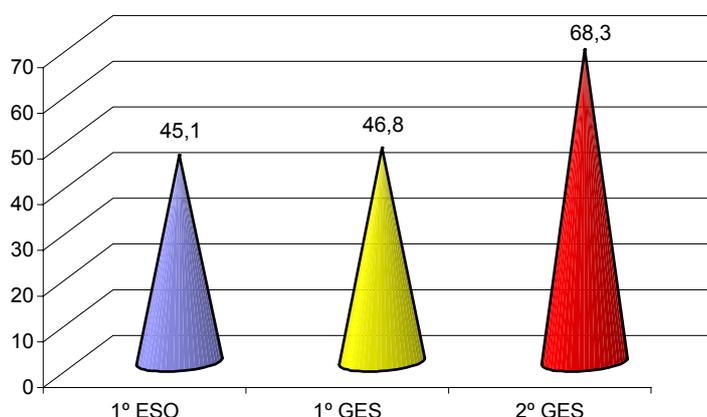
Para el **ítem 10** la respuesta considerada correcta es la opción *a*). En 1º ESO, el 11,8% afirma que se practica el desarrollo sostenible cuando se consumen recursos renovables por debajo de su tasa de renovación, en 1º de GES lo señala el 17% y por último 2º de GES, que lo propone en un porcentaje de 39,7%.

No obstante, en este colectivo podemos destacar que más del 60 % del alumnado no lo sabe. Si contrastamos los resultados con los del ítem 5 de la entrevista podemos constatar que obtenemos resultados similares, por lo que podemos afirmar que este concepto no es del dominio de nuestro alumnado.

En el **ítem 14** el porcentaje de aciertos en el 2º de GES es el mayor con un 84,1%, seguido con un 57,4 % del colectivo de 1º GES y por último el 1º de ESO con un 41,2%.

Es posible que el colectivo de GES haya respondido mejor que los demás, basándose en la experiencia personal que les confiere su edad, no obstante hay un 43% de 1º de GES que afirma que el aumento de fertilizantes mejora la cosecha. El que menos conocimientos tiene es el alumnado de 1º de ESO, y en este caso es que casi un 60% quien opina que cuanto mayor cantidad de fertilizantes se emplean mejor cosecha se obtiene.

En el ítem 15 podemos observar en la gráfica que el porcentaje de aciertos en el 2º de GES es el mayor con un 68,3%, seguido con un 46,8% del colectivo de 1º de GES y por último el 1º de ESO con un 45,1%.



Los porcentajes de aciertos han sido bajos

Figura 12: Porcentaje de alumnado “totalmente de en desacuerdo” y “en desacuerdo” con la afirmación de que la contaminación producida por las actividades humanas es un mal necesario para el desarrollo de nuestra sociedad.

especialmente en 1º de ESO y 1º de GES, lo que podría significar un pesimismo de este alumnado ante la aceptación del “mal necesario”. Es como si pensasen que no se puede hacer nada, ya que no conocen otro modelo de desarrollo.

### 3.6. RESULTADOS DE APLICAR LOS INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 5: “El alumnado desconoce lo que se entiende por consumo de agua según un desarrollo sostenible”.

Entre las respuestas aportadas por el alumnado hemos aceptado como correctas las tres acepciones sombreadas en la tabla. Como en la cuestión anterior, algunas respuestas no recogen todo el significado de lo que se entiende como desarrollo sostenible en el consumo del agua, pero se acercan considerablemente.

Aunque la respuesta “Utilizar el agua sin malgastarla ni contaminarla” no presenta la idea de futuro ni de previsión, situándonos en la perspectiva más negativa para nuestra hipótesis, la aceptamos como correcta, ya que no malgastar ni contaminar indica un deseo de conservación de los recursos y una valoración de la situación.

Cuadro 21: Resultados de aplicar el instrumento de análisis entrevista para contrastar la 5ª hipótesis derivada

**INSTRUMENTO DE ANÁLISIS ENTREVISTA PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 5**

6º ¿Qué entiendes por consumo de agua según un desarrollo sostenible?

PREGUNTA 6 Respuestas ofrecidas (Sombreadas las correctas)	1º ESO Número = 27		1º GES Número = 26		2º GES Número = 28	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
* Utilizar el agua sin malgastarla ni contaminarla.	1	3,70	0	0	3	10,71
Consumo racional del agua.	0	0	3	11,54	5	17,86
Consumo de agua responsable sin perjudicar generaciones futuras.	0	0	0	0	1	3,57
No consumir más agua de la necesaria, en previsión de sequías; no explotar en exceso los acuíferos; procurar que hayan reservas	0	0	1	3,85	3	10,71
Usar el agua de manera que alcance a todos consumir en función de la que haya.	0	0	1	3,85	1	3,57
Utilizar el agua cuando de verdad se necesite, no estar media hora bajo el grifo	0	0	0	0	2	7,14
No poner la lavadora si no esta llena de ropa, ducharse y no bañarse, etc.	0	0	1	3,85	0	0
No sabe, no responde.	26	96,30	20	76,92	13	46,43

En 1º de ESO el porcentaje de aciertos es un 0%, y el 96,30% de su alumnado afirma no saber el significado de consumo de agua según un desarrollo sostenible. En el 2º de GES, el 14,28% del alumnado ha dado una respuesta aceptable y el 46,43% ha afirmado que no lo sabía. Por último, el porcentaje de aciertos de 1º GES es de un 3,85% dónde un 76,92% de personas admiten no saber la respuesta.

Cuadro 22: Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 5

**INSTRUMENTO DE ANÁLISIS CUESTIONARIO PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 5**

12.- Para abastecer las necesidades de agua de nuestra sociedad se deben sobreexplotar los acuíferos si fuese necesario.

Totalmente en desacuerdo   
  En desacuerdo   
  Indiferente   
  De acuerdo   
  Totalmente de acuerdo

13.- Estoy convencido que el consumo excesivo de agua no repercute en el medio ambiente.

Totalmente en desacuerdo     En desacuerdo     Indiferente     De acuerdo     Totalmente de acuerdo

Tabla 9: Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionario para contrastar la 5ª hipótesis derivada

Nº de ÍTEM Respuestas correctas	1º ESO Número = 51		1º GES Número = 47		2º GES Número = 63		GLOBAL Número = 161	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
<b>ÍTEM 12</b> Para abastecer las necesidades de agua se deben sobreexplotar los acuíferos si fuese necesario. “Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo”	23	45,1	27	57,4	51	81	101	62,7
<b>ÍTEM 13</b> Estoy convencido que el consumo de agua excesivo no repercute en el medio ambiente. “Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo”	33	64,7	37	78,7	59	93,7	129	80,1

Para el **ítem 12** Para la valoración de los porcentajes hemos sumado los obtenidos en estas dos opciones en cada uno de los colectivos.

El colectivo con mayor porcentaje de aciertos es el alumnado de 2º de GES con un 81%, le sigue el de 1º de GES con un 57,4% y por último el de 1º de ESO con un 45,1%.

Es preocupante que al 55% de 1º de ESO le sea indiferente o incluso esté a favor de que se sobreexploten los acuíferos, quizás por su edad o bien por su situación, puede que piensen que es mejor sobreexplotar los acuíferos que carecer del recurso. Lo mismo ocurre con el 43% de 1º de GES y en este caso no podemos pensar que sea causa de su temprana edad el que hagan la afirmación de que pueden sobreexplotarse los acuíferos para satisfacer las necesidades de agua de la sociedad.

Recapitulando, los resultados obtenidos en este ítem nos dan a entender que a una buena parte del alumnado de 1º de ESO y de 1º de GES no les importa lo que puede ocurrir mañana con el agua, y que lo verdaderamente importante es cubrir hoy sus necesidades. Esta misma actitud la tiene la quinta parte de los estudiantes de 2º de GES.

En el caso del **ítem 13** el porcentaje de aciertos en el 2º de GES es el mayor con un 93,7%, seguido con un 78,7% del colectivo de 1º de GES y por último el 1º de ESO con un 64,7%.

Casi el 40% del alumnado de 3º de ESO no ve la relación entre el Agua y el Medio Ambiente, por lo que opina que su defecto no influye ni deteriora su entorno. Esto no ocurre en el colectivo del GES.

### 3.7. RESULTADOS DE APLICAR LOS INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 6: *“Posee actitudes inadecuadas para tener un uso racional del agua”*

Cuadro 23: Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 6

<b>INSTRUMENTO DE ANÁLISIS CUESTIONARIO PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS DERIVADA 6</b>				
11. -¿Qué puedes hacer para que se utilice mejor el agua?				
	Nada		Alguna cosa como:	
En mi casa	<input type="checkbox"/>		_____	
En la ciudad	<input type="checkbox"/>		_____	
En la montaña, campo, playa, etc.	<input type="checkbox"/>		_____	
En el colegio o instituto	<input type="checkbox"/>		_____	
17.- Me gustaría hacer más cosas por la defensa de la naturaleza, pero creo que mis acciones son insignificantes.				
<input checked="" type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo	<input checked="" type="checkbox"/> En desacuerdo	<input type="checkbox"/> Indiferente	<input type="checkbox"/> De acuerdo	<input type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo
18.- Estoy dispuesto a participar en campañas para fomentar el ahorro del agua y el reciclaje en mi centro escolar.				
<input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/> En desacuerdo	<input type="checkbox"/> Indiferente	<input checked="" type="checkbox"/> De acuerdo	<input checked="" type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo
Si estás dispuesto, ¿con cuántos euros/mes? _____				

19.- Sólo se mejorará el medio ambiente cuando la administración (Ayuntamiento, Consellería, etc.) aplique medidas más duras.

Totalmente en desacuerdo     En desacuerdo     Indiferente     De acuerdo     Totalmente de acuerdo

Tabla 10: Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionario para contrastar la 6ª hipótesis derivada

Nº de ÍTEM Respuestas correctas		1º ESO Número = 51		1º GES Número = 47		2º GES Número = 63		GLOBAL Número = 161	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
ÍTEM 11 Para que se utilice mejor el agua puedo realizar:	nº de acciones (+) ≥ 3	18	35,3	10	21,3	27	42,9	55	34,2
ÍTEM 17 Me gustaría hacer más cosas por la defensa de la naturaleza, pero creo que mis acciones son insignificantes. "Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo"		18	35,3	16	34,0	36	57,1	70	43,5
ÍTEM 18 Estoy dispuesto a participar en campañas para fomentar el ahorro del agua y el reciclaje en mi centro escolar. "Totalmente de acuerdo y de acuerdo"		34	66,7	28	59,6	45	71,4	107	66,5
ÍTEM 18 Con estos euros/mes	Hasta 5 €	6	11,8	5	10,6	14	22,2	25	15,5
	Entre 5 y 10 €	8	15,7	1	2,1	2	3,2	11	6,8
	Más de 10 €	10	19,6	3	6,4	5	7,9	18	11,2
ÍTEM 19 Sólo se mejorará el medio ambiente cuando la administración aplique medidas más duras. "Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo"		9	17,6	7	14,9	12	19	28	17,4

En el caso del ítem 11 destacaremos como válidas aquellas respuestas que denotan una participación directa, es decir las que dependen de la acción del propio alumno. Es importante que se controle el consumo de agua por parte de las entidades públicas pero ello no depende del alumnado. La pregunta se refiere a "¿qué es lo que tú puedes hacer?".

Las respuestas ofrecidas por el alumnado las podemos agrupar en las siguientes categorías:

En su **casa**:

- *Poner una bolsa en la cisterna o reutilizar la de la ducha.*
- *Usar llenos la lavadora, lavavajillas, etc.*
- *Reducir el tiempo de la ducha y ducharse en vez de bañarse manteniendo el grifo cerrado mientras se enjabonan.*
- *Cerrar los grifos si no se usan. No dejarlos gotear. No derrochar el agua.*
- *Cerrar el grifo mientras se enjabona, ya sean dientes o manos o cuerpo, o bien platos, etc.*

En la **ciudad**:

- *No derrochar el agua de las fuentes.*
- *No utilizar el agua sin necesidad.*

En la **montaña, el campo o la playa**:

- *Controlar el agua de las piscinas.*
- *Regar a goteo. Canalizar el agua de las montañas. (Esto último se refiere a elaborar acequias que permitan el paso del agua utilizando la gravedad, tal y como lo hacían desde antiguo los romanos y los árabes entre otros).*
- *No tirar residuos que contaminen el agua.*
- *Cerrar bien las duchas en la playa.*
- *No provocar incendios.*

En el **colegio o instituto**:

- *No dejar abiertos los grifos de los aseos.*
- *No jugar con el agua ni malgastarla.*

De las posibles respuestas hemos contabilizado como válido el que un alumno o alumna ofrezca tres o más frases en total, sumando las correspondientes a la casa, ciudad, montaña, campo o playa y colegio o instituto. Como la pregunta está relacionada con las propias acciones del individuo, el grado de participación es bajo. El

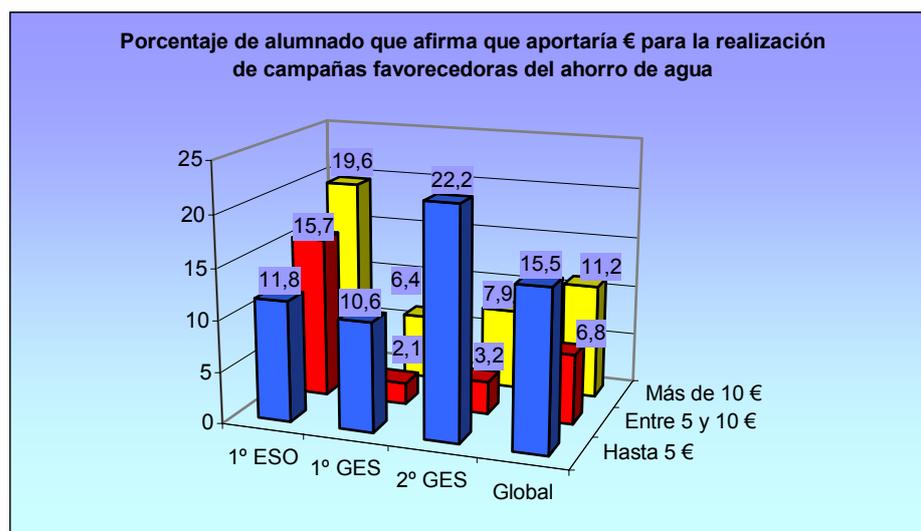
mayor porcentaje con un 42,9% corresponde al colectivo de 2º de GES, le sigue con un 35,3% el de 1º de ESO y por último con un 21,3% está el de 1º de GES. Hay que destacar que un alto porcentaje del alumnado de 1º de ESO seguido del de 1º de GES responden al ítem 14 diciendo que no pueden hacer nada.

En el caso del **ítem 17** el porcentaje de opiniones favorables en el 2º de GES es el más alto con un 57,1 %, seguido con un 35,3 % del colectivo de 1º de ESO y por último el 1º de GES con un 34,0 %.

Para el **ítem 18** el porcentaje de alumnado dispuesto a participar en el 2º de GES es el mayor con un 71,4%, seguido con un 66,7% del colectivo de 1º de ESO y por último el 1º de GES con un 59,6%.

Al igual que en el ítem 17 observamos cómo el alumnado de 2º de GES posee una actitud a participar en acciones positivas sobre el Agua y el Medio mayor que la de 1º de ESO y la de 1º de GES.

En la segunda parte del ítem 18 podemos valorar la disposición al compromiso del alumnado observando



la aportación económica

Figura 13: Porcentaje de alumnado que afirma que aportaría € para la realización de campañas favorecedoras del ahorro de agua.

que está dispuesto a realizar para poder hacer campañas en las que se fomente el ahorro de agua. Los más pequeños, de 1º de ESO son más generosos en sus propuestas que los de 1º o 2º de GES, un 19,6% llegan a proponer aportar más de 10 €, quizás se deba a que el dinero no es suyo ya que dependen de sus padres para costear sus gastos. El colectivo que menos aportaciones hace es el de 1º de GES, pues sólo 19,1% propone aportar algo, quizás porque el alumnado de 1º de GES se siente menos implicado en el problema o tiene pocas posibilidades de obtener trabajo y por tanto escasa

disponibilidad económica; otra posible interpretación sería que no ven una necesidad en la realización de campañas.

En el caso del **ítem 19** podemos observar en la tabla que el porcentaje de aciertos en el 2º de GES es del 19%, seguido con un 17,6% del colectivo de 1º de ESO y por último el 1º de GES con un 14,9%. Esto significa que la mayoría opina que medidas más coercitivas serían más beneficiosas. Se desconfía de las personas, de su educación y de su buena voluntad y se descarga toda la responsabilidad en la administración, como si todo dependiera de ella.

## **Capítulo V**

# **SEGUNDA HIPÓTESIS DE TRABAJO ENUNCIADO Y FUNDAMENTACIÓN**

## **1. ENUNCIADO DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS DE TRABAJO**

La crisis mundial del agua es grave y no debe minimizarse. Para la mayoría de las naciones y de los ciudadanos va a suponer un enorme esfuerzo empezar a aplicar las políticas y las prácticas que nos garanticen que en el futuro no falte el agua. Pero **hay esperanza de encontrar soluciones**. Muchos grupos comunitarios, pequeños agricultores, científicos y defensores del medio ambiente están trabajando en alternativas de valor comprobado.

La herramienta más importante para un mundo que tenga asegurada el agua se llama conservación de las reservas de agua dulce y recuperación de los sistemas de agua contaminada. Esto va a exigir un cambio de actitud frente a este recurso que representa un desafío. Los seres humanos tienen que dejar de pensar que es una fuente inagotable que puede utilizarse para satisfacer cualquiera de nuestras necesidades y caprichos. Tenemos que empezar a cambiar nuestros comportamientos en relación con el agua.

Sin embargo, hemos constatado con los resultados obtenidos en la contrastación de la primera hipótesis principal que:

- Más de la mitad de nuestro alumnado señala que no ha estudiado nunca la problemática existente del agua.
- Sólo el 23% conoce la cantidad y accesibilidad del agua dulce existente sobre la Tierra.
- Menos del 40% conoce cuál es la actividad humana que más agua consume en nuestra Comunidad.
- Sólo el 23% del alumnado es consciente de la cantidad de agua diaria que se consume por habitante.
- El 88% desconoce el funcionamiento aproximado de una depuradora de agua.
- Nadie es capaz de diferenciar entre una planta potabilizadora y una depuradora.
- El 55% afirman que los problemas sobre el agua no existen en su ciudad aunque admiten que fuera de ella, en otros lugares, sí que son importantes.
- Más de la mitad del alumnado desconoce cuales son los problemas que podemos tener con el agua.
- Sólo el 24,2% conoce el significado de "desarrollo sostenible".

A pesar de estos datos pensamos que es posible la formación del alumnado en este ámbito para que incorpore la Educación Ambiental a sus conocimientos y prácticas diarias. Para conseguirlo proponemos elaborar un recurso educativo en forma de Unidad Didáctica que permita al profesorado y al alumnado tratar adecuadamente la problemática del agua. Esta afirmación es precisamente nuestra Segunda Hipótesis de Trabajo que enunciamos diciendo que: ***“La presentación y desarrollo de una Unidad Didáctica al alumnado que le haga reflexionar acerca de sus ideas, que presente la problemática actual del agua en un contexto de desarrollo sostenible y que ofrezca criterios de actuación, puede promover un cambio conceptual y actitudinal hacia el uso racional del agua”.***

Esta hipótesis la dividimos en las dos hipótesis derivadas siguientes:

- 1. Es posible elaborar y aplicar en el aula una Unidad Didáctica de Educación Ambiental sobre el Agua orientada al cambio conceptual y actitudinal, que***

*responda a las características necesarias para un aprendizaje significativo del alumnado de las principales y más actuales cuestiones referidas a este tema.*

**2. La Unidad Didáctica elaborada facilita al alumnado un cambio conceptual y actitudinal sobre la problemática del agua con mayor eficacia que la enseñanza tradicional.**

Esta subhipótesis la podemos dividir en otras dos:

**2.1. La Unidad Didáctica elaborada facilita el cambio conceptual y actitudinal del alumnado sobre la problemática del agua.**

Este cambio conceptual y actitudinal sobre el Agua significa que el alumnado:

- Reconoce su importancia para la supervivencia de los seres vivos.
- Conoce la gestión del agua y los problemas derivados de ella.
- Conoce la problemática ambiental existente en torno al agua dulce.
- Conoce lo que significa el desarrollo sostenible.
- Conoce lo que se entiende por consumo de agua según un desarrollo sostenible.
- Posee actitudes adecuadas para tener un uso racional del agua.

**2.2. La Unidad Didáctica elaborada presenta una mayor eficacia que la enseñanza tradicional.**

Esta mayor eficacia vendrá refrendada porque el cambio producido en el alumnado que ha seguido la Unidad Didáctica es mayor que el que ocurre en el alumnado que no la ha seguido y ha tratado la problemática del Agua en el aula de una manera tradicional.

Podemos decir que estas dos subhipótesis, 2.1. y 2.2. conforman la evaluación de la Unidad Didáctica diseñada.

## 2. FUNDAMENTACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS

El aprendizaje de las Ciencias es un proceso más complejo de lo que se suponía. El aprendizaje ha de entenderse como una variable compleja que tiene componentes de cambio conceptual, metodológico y actitudinal (Posner et al 1982; Gil et al, 1991; Duschl & Gitomer, 1991; Furió, 1994; Duschl, 1995).

Los cambios conceptuales que parece exigir el aprendizaje de las ciencias no resultan fáciles de lograr, incluso cuando se toman en consideración las concepciones alternativas (Fredette y Lochhead, 1981; Driver, 1986; Shuell, 1987). En opinión de Gil y Carrascosa (1985 y 1992), ello puede entenderse como una consecuencia más del paralelismo existente entre la evolución histórica de la ciencia y la formación de las concepciones intuitivas de los alumnos que viene a poner en cuestión la posibilidad de un aprendizaje de conocimientos ya elaborados, transmitidos por el profesor. No debe olvidarse que las concepciones aristotélico-escolástica sólo pudieron ser desplazadas gracias a un cambio metodológico nada fácil, que vino a superar la seguridad en “las evidencias de sentido común”, introduciendo una forma de pensamiento cada vez más creativa y más rigurosa; una metodología que obliga a imaginar nuevas posibilidades a título de hipótesis para posteriormente someter dichas hipótesis a contrastación en condiciones controladas. Según González de la Barrera, L (2003) “cabe esperar, que igual ocurra con los estudiantes: sólo si son puestos reiteradamente en situación de aplicar la nueva metodología (es decir, en situación de plantear problemas precisos, de emitir hipótesis a la luz de sus conocimientos previos, de diseñar experimentos, de analizar cuidadosamente los resultados viendo como afecta al esquema conceptual de partida, etc.) podrán llegar a superar la “metodología de la superficialidad” haciendo posible los profundos cambios conceptuales que la adquisición de conocimientos científicos exige”.

Por tanto, el modelo emergente de enseñanza aprendizaje de las ciencias al que nos orientan los resultados de la investigación didáctica, supone, como hemos visto, asociar la adquisición significativa de conocimientos al cambio metodológico, es decir, a la familiarización de los estudiantes (y de los profesores) con la metodología científica (Gil, 1987).

Lo que se pretende con nuestra Unidad Didáctica, es que partiendo de una situación problemática real, se le proponga al alumnado que investigue las causas y las posibles

soluciones. No se trata de dar causas intuitivas, sino razonadas y contrastadas con los resultados de posibles experiencias o incluso investigando bibliográficamente la evolución del problema a lo largo de la historia, o del espacio, si hay otras ciudades que presenten los mismos problemas y cómo los están resolviendo.

Puede ayudar a conseguir un cambio comportamental en nuestro alumnado. En la figura 14 proponemos un esquema sobre cómo se puede producir dicho cambio, (Van Woerkom, 1993). Podemos constatar al observar dicho esquema, cómo se puede producir un cambio comportamental, bien no voluntariamente por efecto de la coacción (por ejemplo mediante multas se consigue que la mayoría de las personas respeten las normas de tráfico), o bien voluntariamente, en este último caso el cambio puede ser

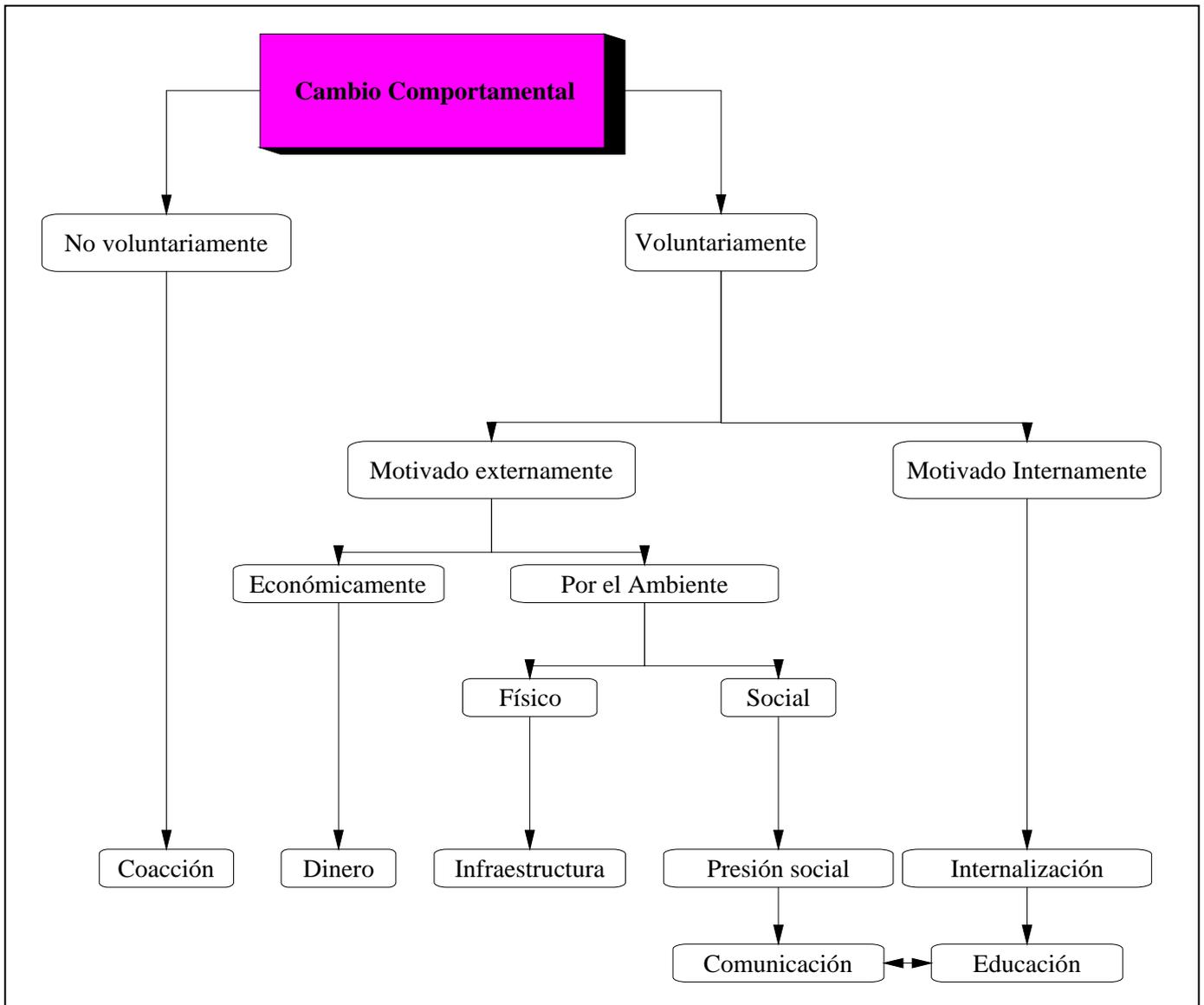


Figura 14: Communication and Motivation for Behaviour Change (Van Woerkom in Schoen, 1993)  
 Fuente: IUCN, The World Conservation Union, 1993

motivado desde el interior del individuo, porque está convencido de que hace lo que hay que hacer o puede estar motivado sólo externamente, puede que una persona no sea consciente de que hay que ahorrar agua porque es un recurso vital sin el que no podemos vivir, pero la ahorra para no pagar un recibo excesivo.

El cambio comportamental que nos interesa conseguir en el alumnado es el que está motivado internamente, ya que es fruto de la educación del individuo y esto es lo que se pretende con la Unidad Didáctica preparada para este fin.

Tal y como Van Woerkom (1993) señala, la motivación es fundamental para facilitar el que se produzca un cambio comportamental y es otra de las dificultades con las que podemos encontrarnos en nuestros centros docentes pues sabemos que muchos de los problemas que tienen los estudiantes sobre todo los de 15 – 16 años se deben a su falta de interés por lo que se les propone.

Para procurar esta motivación será necesario crear espacios en el aula en los que el alumnado exponga y discuta sus ideas, sobre la manera de encontrar posibles soluciones a los problemas que se les planteen, así como conocer y valorar críticamente las que otras personas o entidades hayan propuesto o adoptado.

Hay una estrecha relación entre la generación de actitudes y el desarrollo de comportamientos. Nuestro interés es generar actitudes positivas que determinen comportamientos maduros y responsables en nuestro alumnado, pero la actitud es difícil de modificar. Tal y como señala Rokeach, (1974) la actitud es “una organización relativamente permanente de creencias sobre un objeto o situación que predispone a responder ante ellos de una manera determinada”, en el lenguaje coloquial nos referimos a la actitud para señalar que una persona puede tener pensamientos y sentimientos hacia cosas o personas que le gustan o le disgustan, le atraen o le repelen, le producen confianza o desconfianza.

Toda actitud tiene tres componentes fundamentales: cognitivo, afectivo y conativo. Gavidia, (2004) aclara esta cuestión señalando que el elemento cognitivo se refiere a la información, conocimiento o creencia que la persona tiene sobre algún objeto, persona o suceso. El componente afectivo se refiere a los sentimientos hacia el objeto de la actitud e implica una valoración. Algunos autores lo consideran como el núcleo de las actitudes, acompaña al aspecto cognitivo y lleva una fuerte carga

motivacional. Por último, el factor conativo o comportamental intenta llevar a la práctica –aunque no siempre ocurre así– las conductas coherentes con lo que se piensa y se siente con respecto al objeto de la actitud. Representa la tendencia a la acción que se puede plasmar por acciones o declaración de intenciones.

Este autor indica que no podemos confundir las actitudes con las conductas. La actitud es una condición necesaria pero no suficiente para que se dé una conducta ya que no existe una relación directa de causa a efecto entre ambas. Las actitudes predisponen favorable o desfavorablemente y dejan abierto el camino hacia la acción, pero si el individuo no tiene las instrucciones precisas sobre como ejecutarla o el entorno no es favorable para ello no adoptará el comportamiento coherente con la actitud.

En el contexto informal, las actitudes se adquieren de tres formas principales (Salleras, 1985):

1. A través de la experiencia directa del individuo con el objeto de la actitud.
2. Mediante la observación de otras personas que se toman como referencia y dignas de imitación.
3. Como consecuencia de las informaciones de los medios de comunicación, que constantemente describen las características, atributos, cualidades y defectos de los diferentes objetos, lo que permite a las personas formar sus actitudes frente a ellos.

Para contextos formales como es la Escuela, Gavidia y Rodes, (1999), señalan unas pautas de actuación mediante las cuales se puede posibilitar el aprendizaje de actitudes ambientales, estas son:

- A) Aumentar el conocimiento sobre los problemas de medio ambiente. Los temas a tratar deben versar sobre los problemas sentidos por los estudiantes, los cuales provienen fundamentalmente de su entorno más próximo. Su análisis permite identificar los factores que entrañan posibles peligros y señalar sus causas aunque se encuentren lejanas.
- B) Mejorar la resistencia personal frente a la presión social. Para ello es necesario utilizar estrategias que generen sentimientos positivos ante el

problema a tratar y se posibilite el empleo de técnicas que faciliten el aprendizaje de los comportamientos coherentes con ese valor.

C) Desarrollar habilidades para la toma de decisiones. La toma de decisiones por los alumnos ante un determinado problema y su puesta en acción es el último paso en la secuencia de la enseñanza-aprendizaje de las actitudes. Posibilitar al alumnado a que tome decisiones que le atañe directamente, es una forma de contribuir a que los alumnos sean capaces de reflexionar sobre sí mismos, sus actitudes y sus conductas.

Sólo un aprendizaje significativo de las cuestiones de medio ambiente, que integre funcionalmente el nuevo conocimiento, posibilitará la actitud necesaria para desarrollar una conducta que pueda convertirse en un hábito de salud y de responsabilidad con el entorno.

La influencia del entorno en la adquisición de actitudes es notoria, por ello en la escuela es especialmente importante que se tenga en cuenta la influencia del entorno, porque si ejerce una influencia negativa puede impedir el cambio actitudinal. Green y Kreutter (1991) afirman que hay que incidir en el entorno procurando cambiar ciertos estados de opinión o condiciones de vida, porque si no estaremos manteniendo focos generadores de conflictos. Gavidia (2004) afirma que es necesario actuar sobre el entorno por dos motivos: uno educativo que facilita el cambio de conductas y otro como participante en la mejora de las condiciones ambientales.

Por todo lo dicho, opinamos que es necesario que se integren en el currículo, especialmente en el del alumnado de Enseñanza Secundaria Obligatoria, contenidos referentes a los grandes problemas medioambientales, lo que cada vez se constata con mayor frecuencia, ya que el desafío es de gran envergadura y debe abordarse desde muchos frentes para intentar aminorar su deterioro o escasez y por tanto las consecuencias que conllevan.

Existen páginas web de organismos e instituciones que ofrecen su apoyo y su visión al profesorado como el World Water Council, la IWRA, la Asociación Internacional del Agua y Década por una Educación para la Sostenibilidad promovida por la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)

Según Jaén, (2004), el agua es un tema que presenta especial interés para ser trabajado en Educación Primaria; “en primer lugar porque es uno de los elementos básicos de soporte de la vida en el planeta y principal constituyente de los seres vivos, pero además porque en los últimos años la utilización que las personas hacen de este recurso natural ha adquirido gran relevancia y es permanente noticia en los medios de comunicación”. Jaén realiza una propuesta que permite abordar los interrogantes más relevantes del estudio del agua en los distintos ciclos de Educación Primaria. En ella analiza y propone los contenidos a enseñar, los objetivos de aprendizaje, el tipo de actividades, estrategias y planteamientos metodológicos, etc. dentro de un contexto abierto basado en una metodología flexible e integradora de distintas experiencias que van más allá del ámbito escolar, tratando de implicar y concienciar a toda la comunidad educativa sobre la importancia del uso racional del agua.

Casp, Barberá, Salvador y de la Guardia (1990), presentaron su investigación en la que abordaron el estudio de la enseñanza de la química en la segunda etapa de la E.G.B. desde una perspectiva medioambiental y contrastando el enfoque que se da en los libros de texto más representativos del panorama escolar de nuestro país, a un tema con implicaciones medioambientales tan claras como lo es el del agua. Anteriormente en otros trabajos, 1987, ya habían evaluado los conocimientos y las opiniones de los escolares sobre los conceptos básicos de la contaminación y del medioambiente.

Cano (2005) realiza una propuesta de cómo integrar la problemática ambiental en los programas de secundaria desde una perspectiva de aprendizaje real en el aula que acoge la diversidad del alumnado. La autora describe un caso práctico de intervención didáctica en el que se analiza la evolución de algunas ideas de chicas y chicos en el proceso de construcción de conocimiento en torno a la contaminación del agua o al mal uso que se hace de ella. Con su propuesta pretende potenciar una reflexión sobre cómo nuestras actividades cotidianas y nuestro modo de vida pueden contribuir a crear un problema ambiental a escala global, tomando conciencia del mismo y facilitando, en lo posible, un cambio de actitudes y comportamientos en relación con los usos que hacemos del agua. La autora sugiere que quizás el trabajar su propuesta didáctica no sea suficiente para lograr un cambio real de actitudes, ya que hay investigaciones que muestran la complejidad y dificultad de este cambio (Sanmartí y Tarín, 1999; Giordan y Souchon, 1995), haciendo hincapié en que la componente conceptual es una condición necesaria pero no suficiente para que se de éste.

Paixão, M. de F. (2005), afirma que con este tipo de enseñanza investigativa y constructivista el alumnado aprende no sólo conocimientos sino también competencias que le permite enfrentarse mejor con aprendizajes subsecuentes y con los retos de la sociedad, al mismo tiempo que desarrolla un mayor interés por la escuela. Presenta un ejemplo de una secuencia de enseñanza en el ámbito del tema “la importancia del agua para los seres vivos”, desarrollada en estrecha relación con el contexto local del alumnado. Dicha secuencia fue desarrollada, implementada y evaluada durante el practicum en un curso de formación de profesores y profesoras de ciencias. La investigación la inicia partiendo de la cuestión: ¿Cómo devolver a la naturaleza el agua que utilizamos en la ciudad? Se elaboró una secuencia didáctica integrada en los temas “La Tierra en transformación” y “Sostenibilidad en la Tierra” del currículum nacional (DEB, 2001) de la enseñanza básica portuguesa para el tópico “Importancia del agua para los seres vivos”, integrado en la temática más amplia “Tierra, ambiente de vida”. La autora afirma que la experiencia ha fortalecido la convicción de que aprender ciencia puede ser una contribución para interpretar mejor la realidad, para comprender que la ciencia está asociada a aspectos tecnológicos, sociales y ambientales, es decir, con la vida cotidiana; que puede ser una contribución para reflexionar mejor sobre muchos aspectos y problemas de esa misma realidad impregnada de ciencia y tecnología, y de ellas dependiente; y que el desarrollo científico y tecnológico implica problemas e inconvenientes, pero también ayuda a solucionar muchos de ellos.

Se realizó una evaluación a profesoras y alumnas al finalizar la experiencia y entre otras cosas dijeron: “pensamos que la esencia de este trabajo fue el mostrarnos cómo es posible, a partir de situaciones reales y concretas, abordar temáticas y contenidos que a veces resultan tan abstractos para los estudiantes”, “consideramos que es una estrategia que consigue proporcionar al alumnado una enseñanza que valora el saber hacer y el saber pensar”, “este proceso de enseñanza y aprendizaje entusiasmo y se muestra bastante motivador”. En conclusión, Paixão afirma que la enseñanza contextualizada supone una plusvalía educativa que la escuela puede y debe proporcionar, como una contribución para la construcción de una ciudadanía más consciente.

En los XXII encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales realizado en Zaragoza, se ofrecieron diversas ponencias sobre el Agua y el desarrollo sostenible de manera que facilitasen la labor del profesorado.

Perales y Ojeda (1990), ofrecen una propuesta metodológica de evaluación de programas colaborativos a través de internet a partir del estudio pormenorizado de uno de los más relevantes que se encuentran hoy mismo a disposición de los docentes de secundaria: el programa ENO Environmental On – line.

Otro proyecto de divulgación científica sobre el Agua a través de Internet es “Aguarium”, desarrollado por el Observatori de la Comunicació Científica (OCC) de la Universidad de Pompeu Fabra (UPF). El servicio se realiza por medio de una página interactiva donde cualquier persona encontrará aquello que quiera saber sobre el tema del Agua. Cada quincena se cuelga un tema principal sugerido por los propios usuarios, sobre el que todo el mundo podrá aportar datos, preguntar, opinar y criticar. Entre los servicios que ofrece esta página web se encuentra un espacio para los consejos sobre como ahorrar agua sugeridos por la Earth Works Group: utilización de depósitos de aguas grises, control del agua en el baño y en la cocina.

Escalas y Llitjós (1990) presentaron un estudio de las aguas de un medio natural con la aplicación de conceptos y técnicas adecuadas para la introducción y aprendizaje de las ciencias. El material central lo constituía el agua, de la que se determinaron sus propiedades y composición. Se eligió el agua debido al papel relevante que desempeña ésta en el medio, tanto en la vida cotidiana como en el planeta. Hay que destacar que el alumnado que realizó la investigación era de la especialidad de Ciencias de la Escuela de Formación del Profesorado de Barcelona, los objetivos que se pretendían, son: el que se familiarice con la realización de experimentos de laboratorio, utilice adecuadamente el material y los reactivos, aprenda técnicas sencillas y adquiera hábitos de trabajo rigurosos, a la vez que se sensibiliza frente a la problemática que genera un inadecuado uso del agua. Entre otros resultados podemos destacar que un 72 % del alumnado que realizó la experimentación, afirmó ser consciente de haber reflexionado sobre distintos aspectos del programa del curso, al tiempo que un 75 % reconoció que los conocimientos sobre el medio habían resultado ampliados o profundizados.

Otra experiencia se ofrece en la Formación del Profesorado de Primaria de la Universidad de Valencia (García, 2002). Según este autor, la ecoauditoría aplicada a los centros escolares, se ha revelado como un recurso de gran interés para la educación ambiental, ya que incorpora la componente didáctica y pretende, además de ser un instrumento en la gestión ambiental del centro, aprovechar el proceso para incorporar la educación ambiental en el currículo académico. En la investigación se ha conseguido

capacitar al alumnado en la resolución de problemas ambientales, pero García afirma que aunque el alumnado demostró interés por el tema y se percató de la importancia que puede tener el **ahorro de agua, papel y energía**, se mostró reticente a realizar pequeñas acciones para contribuir con actuaciones personales.

Siguiendo con formación del profesorado en temas ambientales, es interesante la investigación de Vega, P. (2005), en la que afirma que hay estudios que demuestran que aunque los ciudadanos estén sensibilizados hacia la problemática ambiental, esta sensibilización no va acompañada de comportamientos o acciones concretas que puedan contribuir a la mejora o erradicación de dicha problemática, pues existe una escasa relación entre “preocupación hacia el medio ambiente” y “conducta ecológica responsable”. Vega opina que la Educación Ambiental (EA) puede jugar un papel esencial en la solución a este problema si consigue modificar positivamente los conocimientos conceptuales y las actitudes ambientales de los ciudadanos, además de su competencia para la acción y la toma de decisiones a favor del medio.

La investigación de Vega tiene como objetivo general analizar la “efectividad” de un modelo didáctico de corte constructivista (experimental), basado en el trabajo sobre problemáticas ambientales de su entorno, en relación con el desarrollo de competencias para la acción a favor del medio del profesorado en formación, como alternativa a la metodología didáctica “tradicional” que se emplea generalmente en estos niveles educativos.

Los principales resultados que se obtuvieron ponen de manifiesto que el modelo “experimental” produjo cambios positivos y estadísticamente significativos en los conocimientos conceptuales y los problemas socioambientales y en su intención de conducta para actuar a favor del medio local y global, tanto individual como grupalmente, de los sujetos que lo siguieron. Cabe también resaltar la no influencia de las variables personales (sexo y edad) y el alto grado de satisfacción del alumnado que siguió el modelo experimental.

Otra propuesta que tiene como objetivo contribuir a que los ciudadanos perciban la situación de emergencia planetaria que nos envuelve es la de Gil-Pérez, Vilches y González, (2002), en la que afirman que los Museos de Ciencias han sido concebidos tradicionalmente, como exponentes de los logros científicos, pero que en estos momentos no están respondiendo, en general, al llamamiento que numerosos expertos y organismos internacionales vienen haciendo a los educadores con el fin de que estos se conciencien.

Repetto y Mato, (1999), afirman que para conseguir un aprendizaje significativo se requiere una actividad por parte del alumno, que debe establecer el mayor número de relaciones entre el nuevo contenido y los elementos ya disponibles en su estructura cognoscitiva y esta actividad es fundamentalmente mental, cognitiva e interna. Opinan que realizando proyectos de investigación se favorece el que el alumnado aprenda. La sustancia objeto de estudio fue el agua, para comprender mejor sus propiedades, los autores proponen abundantes prácticas de laboratorio que facilitan la comprensión del tema objeto de estudio por el alumnado.

Es importante comprender los procesos comunicativos que tienen lugar en el aula. En esta línea, Izquierdo, Márquez y Espinet, (2003 y 2006), realizan una propuesta de análisis del discurso de una profesora desde una perspectiva de comunicación multimodal, en el contexto de una clase de ciencias de secundaria donde se trabaja el ciclo del agua. Esta perspectiva implica considerar que cada modo comunicativo (el lenguaje oral y escrito, el gesto y el lenguaje visual) contribuye de manera especializada o cooperativa, a dar significado a la entidad “Ciclo del agua”. En esta investigación se habla de la didáctica del ciclo del agua y del modo en que se presenta su enseñanza-aprendizaje. Se señala que se hace necesario promover que el alumnado hable, escriba, dibuje, interactúe con objetos y materiales, con la pretensión de que, así, el alumnado llegue a hacerse mejores representaciones del ciclo del agua, lo que es imprescindible para que posteriormente pueda comprender como su comportamiento influye directa o indirectamente en el funcionamiento de dicho ciclo.

En todos los países son muchas las preocupaciones en torno al estudio del uso y consumo del agua, así como de sus propiedades que la hacen una sustancia tan valiosa, especialmente en estos momentos en los que por numerosos lugares del globo se manifiesta su carestía o falta de calidad. Estas inquietudes hacen que se promuevan concursos en los que se premie a alumnado con actitudes positivas o que hayan ideado modos en los que se use este recurso de un modo sostenible, en esta línea destacamos los “Global Environmental Youth Convention” (GEYC), realizados del 9 al 13 de diciembre de 2006 en Dubai Emiratos Árabes Unidos. La participación en la convención ascendió a más de 500 estudiantes de todas las partes del mundo, más mentores, profesores, conferencistas y organizadores. Una de las alumnas ganadoras afirmó que en los talleres que llevaban a cabo en Dubai aprendieron la importancia de la relación del ser humano con el entorno, liderazgo, empatía y espíritu emprendedor.

## *Capítulo VI*

# **DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA CONTRASTACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS**

## **0. INTRODUCCIÓN. OPERATIVIZACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS DE TRABAJO**

Los instrumentos diseñados para contrastar las hipótesis deseamos que sirvan para conocer la modificación que, tras trabajar la Unidad Didáctica elaborada, se ha podido generar en las opiniones y actitudes del alumnado acerca de la problemática del agua, lo que significa una evaluación de la propia Unidad utilizada en la experimentación.

En el capítulo anterior hemos desglosado la hipótesis que dirige nuestro trabajo de la siguiente manera:

Segunda Hipótesis de trabajo: **“La presentación y desarrollo de una Unidad Didáctica al alumnado que le haga reflexionar acerca de sus ideas, que presente la problemática actual del agua en un contexto de desarrollo sostenible y que ofrezca**

**critérios de actuación, puede promover un cambio conceptual y actitudinal hacia el uso racional del agua”.**

Esta hipótesis la hemos dividido en las dos hipótesis derivadas siguientes:

**1. *Es posible elaborar y aplicar en el aula una Unidad Didáctica de Educación Ambiental sobre el Agua orientada al cambio conceptual y actitudinal, que responda a las características necesarias para un aprendizaje significativo del alumnado de las principales y más actuales cuestiones referidas a este tema.***

El instrumento para contrastar esta hipótesis consiste en la **elaboración de la Unidad Didáctica**, cuyas características respondan a las que se precisan para formar al alumnado en Educación Ambiental y procurar un cambio conceptual y actitudinal.

**2. *La Unidad Didáctica elaborada facilita al alumnado un cambio conceptual y actitudinal sobre la problemática del Agua con mayor eficacia que la enseñanza tradicional.***

Esta subhipótesis la podemos dividir en otras dos:

**2.1. *La Unidad Didáctica elaborada facilita el cambio conceptual y actitudinal del alumnado sobre la problemática del agua.***

2.1.1. El instrumento para evaluar el cambio conceptual y actitudinal del alumnado es **un cuestionario final**, que toma como referencia el cuestionario inicial utilizado en la Primera Hipótesis de trabajo.

2.1.2. Como instrumento para evaluar el cambio actitudinal del alumnado se han tenido en cuenta las **iniciativas observadas en él** mientras se desarrollaba la Unidad Didáctica.

**2.2. *La Unidad Didáctica elaborada presenta una mayor eficacia que la enseñanza tradicional.***

El instrumento para contrastar la eficacia consiste en comparar los resultados obtenidos en una evaluación final del grupo experimental con los que se obtienen con el grupo control.

Recordamos que ya dijimos que la mayor eficacia vendrá refrendada porque el cambio producido en el alumnado que ha seguido la Unidad Didáctica es mayor que el

que ocurre en el alumnado que no la ha seguido y ha tratado la problemática del Agua en el aula de una manera tradicional.

Podemos decir que estas dos subhipótesis, 2.1. y 2.2. conforman la evaluación de la Unidad Didáctica diseñada.

## **1. INSTRUMENTO PARA CONTRASTAR LA PRIMERA HIPÓTESIS DERIVADA.**

*“Es posible elaborar y aplicar en el aula una Unidad Didáctica de Educación Ambiental sobre el Agua orientada al cambio conceptual y actitudinal, que responda a las características necesarias para un aprendizaje significativo del alumnado de las principales y más actuales cuestiones referidas a este tema”.*

## **CARACTERÍSTICAS DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA PARA FORMAR AL ALUMNADO EN EDUCACIÓN AMBIENTAL**

El diseño de una Unidad Didáctica para formar al alumnado debe responder a la concepción de aprendizaje significativo (Ausubel 1978), entendiendo que esta significación debe ser lógica y psicológica; lógica porque esté de acuerdo con la estructura interna de la materia a tratar, y psicológica porque se adecue a los conocimientos previos de los asistentes “averígüese lo que el alumno sabe y actúese en consecuencia”.

Esto conlleva una serie de consideraciones que caracterizan lo que denominamos perspectiva constructivista del aprendizaje (Driver 1986), y de las que Gavidia, V. (1996) concretó las siguientes aplicadas al diseño de una Unidad Didáctica:

- 1. El alumno participante es el co-protagonista de su aprendizaje**, ya que es él quien construye sus conocimientos. El profesor elabora las estrategias necesarias, crea las circunstancias adecuadas, y orienta las actividades adecuadas para obtener el cambio conceptual, metodológico y actitudinal que se propone.
- 2. En la Unidad Didáctica hay que tener en cuenta los conocimientos previos**, las teorías implícitas, las concepciones alternativas del alumnado, ya que éstas se estructuran en forma de esquemas con los que se opera y a partir de ellos se construye el aprendizaje.

3. **El aprendizaje se entiende como cambio conceptual**, que consiste (Hewson, 1993) en la modificación de los esquemas mentales, bien por extensión o ampliación al ingresar nuevos conceptos y aumentar su complejidad, bien por intercambio de unos conceptos por otros con la consiguiente modificación entre sus relaciones.
4. Este cambio conceptual mediante la incorporación de conceptos a los esquemas mentales depende del estatus que les confiera la persona que aprende y de su ecología conceptual, por lo que se requiere un **cambio actitudinal y procedimental**. Nuevos procedimientos en el alumnado con los que a partir de su ejercicio se afirmen los conceptos presentados. Y nuevos procedimientos en el profesorado para llevar a cabo las estrategias didácticas que permitan la asimilación de quien aprende. Todo ello requiere **que los temas a tratar sean relevantes para el alumnado**.
5. Las fuentes de aprendizaje son muchas y variadas, no residiendo exclusivamente en el que enseña. **Todos los alumnos son fuentes de enseñanza** por lo que se debe potenciar los trabajos en grupo. En el caso de una Unidad Didáctica en Educación Ambiental, el hecho de que exista cierta disparidad en sus representaciones se debe utilizar en la confección de equipos de trabajo, procurando que en cada uno de ellos exista una adecuada representación de los distintos tipos de alumnado.
6. **La construcción de los conocimientos supone una inversión de tiempo mayor que la simple transmisión de conceptos**. Esto explica una selección y secuenciación muy cuidada de los contenidos, y una elección de las actividades de aprendizaje ajustada a los objetivos que se pretenden.
7. **La evaluación está integrada en el propio proceso de enseñanza-aprendizaje** de forma que “enseñar, aprender y evaluar son tres procesos inseparables” (Sanmartí y Jorba, 1995). El conocimiento se realiza a través de un proceso en el que los esquemas iniciales de los individuos pueden evolucionar gracias a actividades que favorecen la explicitación de los propios puntos de vista y su contrastación con los de otros y con la propia experiencia. Desde esta visión, la evaluación constituye un elemento importante en el proceso de construcción del conocimiento.
8. **Todo el procedimiento formativo debe estar enmarcado en un proceso de investigación educativa, desarrollando la idea del “alumno-investigador”** (Gil, D. 1987), de forma que las actividades diseñadas puedan ser susceptibles de contraste, originen una “reflexión atenta con objeto de fortalecer el juicio del

alumnado” y posibiliten la modificación de diversos aspectos que abarque la Unidad Didáctica.

9. **El aprendizaje significativo, conlleva una interiorización de actitudes y una aceptación de nuevos valores**, por lo que es necesario crear el clima de aprendizaje adecuado y desarrollar las actividades precisas para desarrollar actitudes positivas hacia el objeto del aprendizaje.
10. **En Educación Ambiental cobra un valor importante el aspecto conductual**, ya que estamos inmersos en el medio ambiente. El estilo de vida de las personas, aspecto básico en el respeto al medio ambiente, depende en gran manera de su capacidad de elegir y de tomar decisiones. Establecer la relación entre factores de riesgo y agresiones al medio, requiere un adiestramiento que permita desarrollar la capacidad crítica sobre los propios conocimientos y las conductas. Un aprendizaje significativo es condición necesaria, aunque a veces no suficiente, para desarrollar actitudes que cristalicen en conductas. Para fomentar el aprendizaje no sólo de conocimientos, sino también de actitudes, valores y de habilidades, no es indiferente la metodología didáctica que se utilice. El método tradicional de transmisión de información, de normas y pautas de comportamiento, no parece el apropiado y ha sido descartado.

## **2. INSTRUMENTOS PARA CONTRASTAR LA SEGUNDA HIPÓTESIS DERIVADA.**

*“La Unidad Didáctica elaborada facilita al alumnado un cambio conceptual y actitudinal sobre la problemática del agua con mayor eficacia que la enseñanza tradicional”.*

### **LA EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA**

Evaluar es visto habitualmente, tanto por el profesorado como por el alumnado, como sinónimo de calificar. Así lo han puesto de relieve los estudios sobre las concepciones docentes espontáneas (Gil et al 1991; Alonso, Gil y Mtnez-Torregrosa, 1992 y 1995a) o los análisis de la práctica evaluativa (Hodson 1986; Colombo, Pesa y Salinas 1986; Lorbach et al 1992; Alonso 1994). Dichos estudios muestran que, para la mayor parte del profesorado, la función esencial de la evaluación es medir la capacidad

y el aprovechamiento de los estudiantes, asignándoles una puntuación que sirva de base objetiva para las promociones y selecciones.

Desde la concepción del aprendizaje como una investigación dirigida carece de sentido una evaluación consistente en el enjuiciamiento “objetivo” y terminal, de la labor realizada por cada alumno. Por el contrario, como formador de investigadores novatos, el profesor ha de considerarse corresponsable de los resultados que éstos obtengan: no puede situarse frente a ellos, sino con ellos; su pregunta no puede ser “quién merece una valoración positiva y quién no”, sino “qué ayudas precisa cada cual para seguir avanzando y alcanzar los logros deseados. Para ello son necesarios un seguimiento atento y una retroalimentación constante que reoriente e impulse la tarea (Alonso Sánchez et al, 1996). Eso es lo que ocurre en los equipos de investigación que funcionan correctamente y eso es lo que tiene sentido también, en nuestra opinión, en una situación de aprendizaje orientada a la construcción de conocimientos, a la investigación. Los estudiantes han de poder cotejar sus producciones con las de otros equipos y –a través del profesor/director de investigaciones– con el resto de la comunidad científica; y han de ver valorado su trabajo y recibir la ayuda necesaria para seguir avanzando, o para rectificar si es necesario.

La evaluación se convierte así en un instrumento de aprendizaje, es decir, en una evaluación formativa, substituyendo a los juicios terminales sobre los logros y capacidades de los estudiantes. Pero, aunque ello representa un indudable progreso, éste resulta insuficiente si no se contempla también como un instrumento de mejora de la enseñanza. En efecto, las disfunciones en el proceso de enseñanza/aprendizaje no pueden atribuirse exclusivamente a dificultades de los estudiantes y resultará difícil que los alumnos y alumnas no vean en la evaluación un ejercicio de poder externo (y, por tanto, difícilmente aceptable), si sólo se cuestiona su actividad.

Si realmente se pretende hacer de la evaluación un instrumento de seguimiento y mejora del proceso educativo, es preciso no olvidar que se trata de una actividad colectiva, de un proceso de enseñanza/aprendizaje en el que el papel del profesor y el funcionamiento del Centro constituyen factores determinantes. La evaluación ha de permitir, pues, incidir en los comportamientos y actitudes del profesorado y del alumnado. Ello supone que ambos tengan ocasión de discutir aspectos como el ritmo que se imprime al trabajo o la manera de implicarse en ellos. Y es preciso evaluar también el propio currículo, con vistas a ajustarlo a lo que puede ser trabajado con

interés y provecho por los alumnos y alumnas. De esta forma los estudiantes aceptarán mucho mejor la necesidad de la evaluación que aparecerá realmente como un instrumento de mejora de la actividad colectiva.

Las funciones de la evaluación según Alonso Sánchez et al 1996 pueden resumirse, pues, en:

- Incidir en el aprendizaje (favorecerlo).
- Incidir en la enseñanza (contribuir a su mejora).
- Incidir en el currículo (ajustarlo a lo que puede ser trabajado con interés y provecho por los y las estudiantes).

Por tanto consideraremos que la evaluación de la Unidad Didáctica elaborada ha resultado positiva cuando constatemos el aprendizaje significativo del alumnado que la haya trabajado, así como si el grado de motivación e interés de dicho alumnado es alto.

En cuanto a la evaluación del alumnado nos centraremos en la valoración del cambio que sufra nuestro alumnado en lo que se refiere a sus conocimientos y a sus actitudes relativos a la problemática del agua. Compararemos los resultados obtenidos en la resolución de los cuestionarios inicial y final entre el alumnado objeto de nuestra investigación y entre los resultados del cuestionario final de dicho alumnado y los del grupo control.

## **2.1. INSTRUMENTOS PARA CONTRASTAR LA PRIMERA SUBHIPÓTESIS: “La unidad didáctica elaborada facilita el cambio conceptual y actitudinal del alumnado sobre la problemática del agua”.**

Recordemos cuáles serán los instrumentos que nos permitirán contrastarla:

- 2.1.1. El instrumento para evaluar el cambio conceptual y actitudinal del alumnado es *un cuestionario final*, que toma como referencia el cuestionario inicial utilizado en la Primera Hipótesis de trabajo.
- 2.1.2. Como instrumento para evaluar el cambio actitudinal del alumnado se han tenido en cuenta las *iniciativas observadas en él* mientras se desarrollaba la Unidad Didáctica.

### **2.1.1. INSTRUMENTO PARA EVALUAR EL CAMBIO CONCEPTUAL Y ACTITUDINAL DEL ALUMNADO: CUESTIONARIO FINAL.**

El cuestionario final es el instrumento diseñado para contrastar las seis ideas en las que hemos desglosado la Segunda Hipótesis derivada. Para ello, se establece una correspondencia entre determinadas preguntas del cuestionario y las hipótesis que se van a contrastar. Hay que señalar que el cuestionario final está compuesto por las mismas preguntas que el inicial, que son iguales en número y en cuanto al contenido de la interrogación, la única diferencia entre ambos es que algunas cuestiones del final son abiertas frente a las de la misma temática del inicial que eran de tipo test.

Con dicho cuestionario pretendemos abordar interrogantes tanto conceptuales, sobre lo que saben los estudiantes del tema que nos ocupa para constatar su aprendizaje, como actitudinales que nos informen de lo que piensan y de lo que hacen para valorar si ha habido alguna modificación en su modo de pensar o actuar.

La justificación del porqué se han elegido estos ítems en el cuestionario final es la misma que para el cuestionario inicial, puesto que se está valorando lo aprendido por el alumnado con respecto a lo que sabía antes de realizar la experimentación, por tanto si se quieren comparar ambos cuestionarios deberán ser semejantes. Si bien algunos de los ítems los hemos dejado abiertos en el cuestionario final con el fin de comprobar que el alumnado no ha respondido por casualidad, cosa que podría ocurrir en cuestiones de tipo test.

Nuestra estrategia de trabajo consiste en realizar la investigación con el mismo alumnado al que le fue pasado el cuestionario inicial que era de media de edad de 13 años y cursaba Primero de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) y de Enseñanza Secundaria de Adultos (ESA) de 1º y 2º de Graduado de Enseñanza Secundaria (GES), estudiantes cuya media de edad está sobre 25 años.

Hemos utilizado para la realización de nuestra investigación, como es lógico, el mismo alumnado perteneciente a los cuatro Centros distintos, que son un Instituto de Secundaria y tres Centros de Formación de Personas Adultas, descritos en la tabla número 12. Como ya dijimos en el capítulo IV, hemos agrupado nuestras submuestras para reducir su número. Para lo cual adoptamos los siguientes criterios:

*1º La edad.*

*2º Conocimientos que poseen.*

No diferenciamos por sexos porque constatamos que no había diferencias significativas, por lo que abandonamos esta variable. Se ha realizado la investigación a lo largo de los cursos 2002 – 2003 y 2003 – 2004.

Tabla 11: Caracterización de la muestra objeto de nuestro estudio

CENTRO	POBLACIÓN	NIVELES	CURSO	Nº Alumnos submuestra	ASIGNATURA
I. E. S. Beatriu Fajardo de Mendoza	Benidorm	1º ESO	2002 – 2003	23	Optativa: “Educación Medioambiental”
			2003 - 2004	28	
			<b>CONTROL</b>	28	
C. F. P. A. Serrano Morales	Valencia	1º GES	2002 – 2003	15	Naturaleza, Ecología y Salud
			2003 - 2004	18	
		2º GES	2002 - 2003	25	
C. F. P. A. Pablo Freire	Alicante	2º GES	2002 - 2003	25	Naturaleza, Ecología y Salud
C. F. P. A. San Marcelino	Valencia	1º GES	2002 – 2003	6	Naturaleza, Ecología y Salud
			2003 - 2004	8	
		2º GES	2002 – 2003	13	
C.F.P.A. Serrano Morales y C.F.P.A. San Marcelino	Valencia	1º GES	<b>CONTROL</b>	24	Naturaleza, Ecología y Salud
C.F.P.A. Serrano Morales y C.F.P.A. San Marcelino	Valencia	2º GES	<b>CONTROL</b>	27	Naturaleza, Ecología y Salud
<b>TOTAL</b>			<b>9 submuestras + 3 grupos control</b>	<b>161 alumnos + 79 control</b>	

A continuación se presenta el cuestionario utilizado en la investigación:

Cuadro 24. Cuestionario final acerca del uso y consumo del agua

Fecha:.....Localidad:.....Provincia:.....

Nombre de tu Centro Docente: .....

ESO       BACHILLERATO       GES

Tipo de Centro:     Público     Privado     Concertado

Curso que realizas: ..... Edad:..... Sexo:  masculino  femenino

1.- Indica cuál de las siguientes afirmaciones consideras que es verdadera:

a) La disponibilidad de reservas de aguas subterráneas, dulces y accesibles, es ilimitada.

b) Sólo el 0,01 % del agua existente es dulce y accesible.

c) Sólo el 3,5 % del agua existente en nuestro planeta es dulce y accesible.

d) En la Tierra disponemos de toda el agua dulce que queramos en cualquier parte del mundo.

2.- ¿En la Comunidad Valenciana qué actividad humana consume más agua?

- a) Urbana.
- b) Turística.
- c) Agrícola.
- d) Energética.
- e) Industrial.
- f) Recreativa.

3.- El valor medio del consumo de agua por habitante y día es de:

- a) Entre 10 y 50 litros.
- b) Entre 50 y 100 litros.
- c) Entre 100 y 300 litros.
- d) Entre 300 y 500 litros.

4.- Indica cuáles de las afirmaciones que hacemos acerca de las plantas depuradoras son correctas:

- a) Eliminan o separan la materia orgánica que contenía el agua, dejando ésta depurada.
- b) El agua recibe un tratamiento físico-químico y biológico.
- c) Las aguas residuales urbanas una vez depuradas son aptas para consumo humano.
- d) No se consigue eliminar del agua bacterias que pueden ocasionar enfermedades importantes.

5.- Indica cuales de las siguientes afirmaciones se corresponden con una planta potabilizadora:

- a) Es necesaria para que la calidad del agua sea adecuada para el uso humano.
- b) Deja libre al agua de microorganismos patógenos para las personas.
- c) No garantiza que el agua de los lagos, ríos y mares esté completamente limpia.
- d) Es necesaria ya que se vierten demasiados elementos químicos en los cursos ordinarios de agua, con lo que se hace imposible el proceso de autodepuración de la misma.

6.- ¿Crees que en la naturaleza existe suficiente agua para poder gastar toda la que queramos?

SÍ       NO       NO LO SÉ

7.- ¿Por qué piensas que hay que pagar el agua que gastamos?

8.- ¿Piensas que hay problemas de agua en tu ciudad? ¿Y en otras ciudades o países?

En mi ciudad      SÍ     ¿Cuáles?\_\_\_\_\_

NO             NO LO SÉ

En otras ciudades    SÍ     ¿Cuáles?\_\_\_\_\_

NO             NO LO SÉ

9.- Señala en qué consisten estos problemas y algunas de las causas que los originan.

10.- ¿Cuándo se practica un desarrollo sostenible en cuanto al consumo de agua se refiere?

11.- ¿Qué puedes hacer para que se utilice mejor el agua?

*SEÑALA TU OPINIÓN ACERCA DE LOS SIGUIENTES ENUNCIADOS:*

12.- Para abastecer las necesidades de agua de nuestra sociedad se deben sobreexplotar los acuíferos si fuese necesario.

Totalmente en desacuerdo     En desacuerdo     Indiferente     De acuerdo     Totalmente de acuerdo

13.- Estoy convencido que el consumo excesivo de agua no repercute en el medio ambiente.

Totalmente en desacuerdo     En desacuerdo     Indiferente     De acuerdo     Totalmente de acuerdo

14.- Cuanta más cantidad de fertilizantes se emplee en los cultivos, mejor cosecha se obtendrá.

Totalmente en desacuerdo     En desacuerdo     Indiferente     De acuerdo     Totalmente de acuerdo

15.- La contaminación producida por las actividades humanas es un mal necesario para el desarrollo de nuestra sociedad.

Totalmente en desacuerdo     En desacuerdo     Indiferente     De acuerdo     Totalmente de acuerdo

16.- La contaminación de las aguas es un problema ambiental que sólo perjudica a los seres humanos.

Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Indiferente    De acuerdo    Totalmente de acuerdo

17.- Me gustaría hacer más cosas por la defensa de la naturaleza, pero creo que mis acciones son insignificantes.

Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Indiferente    De acuerdo    Totalmente de acuerdo

18.- Estoy dispuesto a participar en campañas para fomentar el ahorro del agua y el reciclaje en mi centro escolar.

Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Indiferente    De acuerdo    Totalmente de acuerdo

Si estás dispuesto, ¿con cuántos euros/mes? \_\_\_\_\_

19.- Sólo se mejorará el medio ambiente cuando la administración (Ayuntamiento, Consellería, etc.) aplique medidas más duras.

Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Indiferente    De acuerdo    Totalmente de acuerdo

20.- La incorporación al organismo humano de agua es necesaria para vivir. No obstante, se puede permanecer en perfecto estado durante más de 14 días sin tomar líquidos, siempre que se permanezca en reposo.

Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Indiferente    De acuerdo    Totalmente de acuerdo

La relación entre los apartados del desglose de la Segunda Hipótesis derivada y los ítems del cuestionario es la que sigue:

- Para analizar si **“El alumnado reconoce la importancia del agua para la supervivencia de los seres vivos”**, se han considerado los ítems del cuestionario números 3, 16 y 20.

- Para estudiar si *“El alumnado conoce la gestión del agua y los problemas derivados de ella”*, se han utilizado los ítems números 4, 5 y 7.
- Para contrastar *“El alumnado conoce la problemática ambiental existente en torno al agua dulce”*, hemos considerado los ítems del cuestionario final números 1, 2, 6, 8 y 9.
- Para contrastar *“El alumnado conoce lo que significa el desarrollo sostenible”*, hemos tenido en cuenta los ítems del cuestionario final números 10, 14 y 15.
- Para analizar si *“El alumnado conoce lo que se entiende por consumo de agua según un desarrollo sostenible”*, hemos considerado los ítems del cuestionario final números 12 y 13.
- Para estudiar si *“Posee actitudes adecuadas para tener un uso racional del agua”*, hemos tenido en cuenta las respuestas de los ítems números 11, 17, 18 y 19 del cuestionario final.

#### 2.1.2. INSTRUMENTO PARA EVALUAR EL CAMBIO ACTITUDINAL. INICIATIVAS OBSERVADAS EN EL ALUMNADO MIENTRAS SE DESARROLLA LA UNIDAD DIDÁCTICA

El cambio conceptual y actitudinal sufrido por el alumnado tras trabajar la Unidad Didáctica elaborada, además de con el cuestionario, también podemos constatarlo valorando las iniciativas observadas en los alumnos y alumnas mientras se desarrolla ésta, ya que muchas de las actividades de la misma, facilitan espacios en los que se propicia la participación individual y la reflexión por parte de todos.

Los tipos de actividades que consideramos como instrumento para valorar el cambio de actitud son:

- **Debates** sobre lo más conveniente o lo más perjudicial para que se use y consuma el recurso según un desarrollo sostenible. En ellos el alumnado explicita sus ideas lo que permite vislumbrar cuáles son sus actitudes.
- **Juegos de Roll**. En ellos se favorece la empatía, al ponerse en el lugar del otro. Hay que tener en cuenta que si se opina lo contrario que el personaje que se

interpreta es muy difícil hacer una buena defensa de las ideas. No obstante la buena preparación del papel puede facilitararlo.

- **Salidas pedagógicas relacionadas con la problemática del agua.** Son indicadores de su actitud pues se observan las diferencias según el alumno sea distante y desinteresado o por el contrario activo, atento y participativo.
- **Juegos didácticos elaborados por el alumnado,** con mensajes acerca de un uso y consumo del agua sostenible.
- **Informes elaborados por el alumnado a partir de investigaciones realizadas** En las investigaciones, el alumnado ha interiorizado la problemática existente porque debe realizar búsquedas bibliográficas, hacer sondeos de opinión y posteriormente contrastar ambos en su informe.
- **Aportaciones voluntarias** de documentos procedentes de propagandas, noticias recortadas de prensa y de revistas, o incluso que comenten las escuchadas por la radio o por la televisión. Denotan la sensibilización del alumnado ya que está receptivo con respecto a ese tema.
- **Elaboración del cuaderno de actividades,** se percibe su actitud al observar la limpieza y la presentación del mismo.
- **Elaboración de Pósteres,** sobre contenidos relacionados con el tema o con salidas pedagógicas o con una investigación. Se plantean para que el mensaje que encierran sensibilice al resto de compañeros.
- **Elaboración de noticias sobre la problemática del agua, para la revista del Centro.** De esta forma los alumnos hacen partícipes a otros compañeros de sus averiguaciones o experiencias.
- **Realización de prácticas de laboratorio y atención prestada en las mismas,** dependiendo de su puntualidad, y participación podremos apreciar el grado de motivación e interés por el tema.

Los resultados que se exponen en el capítulo siguiente son el conjunto de lo obtenido por los grupos experimentales y según señalan sus profesores, en el tema de actitudes positivas y conocimientos, el alumnado ha alcanzado niveles semejantes.

## 2.2. INSTRUMENTO PARA CONTRASTAR LA EFICACIA DE LA UNIDAD DIDÁCTICA EN RELACIÓN A LA ENSEÑANZA TRADICIONAL

Para contrastar la hipótesis derivada *“La Unidad Didáctica elaborada presenta una mayor eficacia que la enseñanza tradicional”*, hemos comparado dos muestras con características semejantes:

- 1. Grupo Control**, está constituido por un grupo de 1º de ESO, otro de 1º de GES y por último otro de 2º de GES. Estos grupos de alumnado proceden de los mismos Centros y niveles que el grupo experimental pero no han trabajado la Unidad Didáctica.
- 2. Grupo Experimental**, que recordamos que está constituido por las mismas 9 submuestras que realizaron el cuestionario inicial, pueden verse en la tabla número 12 de la página 139. Recordamos que se habían agrupado por niveles porque las muestras de un mismo nivel tenían características semejantes, de este modo se facilita la comprensión y explicitación de los resultados. Los niveles considerados son: 1º de ESO, 1º de GES y 2º de GES. Todos estos grupos han trabajado la Unidad Didáctica.

Lo que se pretende al comparar los resultados del grupo experimental y del control es anular las influencias que han ejercido los medios de comunicación y demás factores del entorno en el grupo experimental, puesto que todos los alumnos han tenido las mismas al pertenecer a los mismos centros.

También se desea valorar los contenidos relacionados con la problemática del agua, según currículum, que el grupo control ha aprendido, puesto que lo que se quiere demostrar es la mayor eficacia de la Unidad Didáctica elaborada frente a los métodos tradicionales de enseñanza.

El instrumento ha consistido en comparar la nota media obtenida por el grupo control con la del grupo experimental del mismo nivel. Esta nota media se obtiene al puntuar los conocimientos demostrados al responder al cuestionario final, analizándolo, como si se tratase de un examen. Tras obtener las notas individuales de cada alumno se haya la nota media de todo el grupo según nivel.

Mediante la comparación de las notas medias obtenidas en las respuestas al cuestionario final, entre los grupos estudio y los grupos control podremos realizar la contrastación de esta hipótesis derivada.

Somos conscientes de que la investigación de la mayor eficacia de la Unidad Didáctica elaborada en comparación con una enseñanza tradicional requeriría un estudio más detenido, centrándose en otras variables que no hemos tenido en cuenta: empatía del profesorado con su alumnado, metodología, punto de partida del alumnado, conocimientos, actitudes, intereses, tiempo utilizado, recursos empleados, estructura del grupo de alumnos, etc. En este aspecto, y en aras de poder terminar el proyecto principal de nuestra tesis, sólo hemos realizado una acción puntual que nos pueda demostrar que el camino emprendido con nuestra metodología didáctica es correcto, coincidiendo con la abundante bibliografía ya existente.

Aún así, pensamos que muchas de las variables enunciadas las podemos obviar al constituir el profesorado del grupo control el mismo que el del grupo experimental y que el alumnado pertenece a los mismos centros educativos en los dos casos, por lo que decidimos realizar una primera comparación entre las notas medias finales en el tema del agua entre ambos grupos. Los resultados que se obtengan nos servirán de primera referencia para una posible profundización en este sentido.

## *Capítulo VII*

# **RESULTADOS DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS Y DE SUS HIPÓTESIS DERIVADAS**

## **0. INTRODUCCIÓN**

La experimentación ha consistido en elaborar una Unidad Didáctica y trabajarla con el alumnado de 1º de ESO, 1º y 2º de GES. En su confección han colaborado varios docentes, M<sup>a</sup> Carmen Nieva, Vicente Pascual, M<sup>a</sup> José del Olmo, Juan Rueda Sevilla, Vicente Maset, Laudelina Pérez, Marc Antoni Pérez, y quien esto escribe, todos nosotros aportamos ideas para su mejora obtenidas en los dos años en los que la experimentamos. No se han incluido sin embargo los grupos de alumnos de Laudelina Pérez ni los de MarcAntoni Pérez porque consideramos que de hacerlo se hubiesen añadido demasiadas variables a nuestra investigación, porque en el caso de Laudelina el primer año se trabajó la Unidad en un 1º de ESO y el mismo grupo de alumnos continuó trabajándola el 2º año de experimentación, como no hemos repetido la experiencia con los mismos alumnos en ninguno de los otros grupos, decidimos no considerar estos grupos, algo similar ocurre con el alumnado de Marc Antoni, por ser del Programa de Adaptación Curricular Grupal (PACG).

Hemos comenzado nuestra investigación detectado las carencias del alumnado del grupo experimental mediante el cuestionario inicial, y trabajado con él la Unidad Didáctica con el fin de que mejoren sus conocimientos y actitudes. Es una propuesta de mejora que se ha llevado a cabo en diferentes Centros docentes y niveles de las provincias de Valencia y Alicante, a lo largo de los cursos 2002-2003 y 2003-2004. El tiempo dedicado a la experimentación con cada uno de los grupos de alumnos ha sido distinto, dependiendo de la asignatura desde la que se ha trabajado y del nivel del alumnado, ya que el tiempo disponible depende de ello. Por ejemplo en el GES (Graduado de Secundaria para Personas Adultas), sólo se dispone de una hora semanal, por lo que la experimentación con estos grupos se alarga en el tiempo.

Los grupos de alumnado con los que hemos realizado nuestra investigación han sido siempre los mismos a lo largo de toda ella. Sin embargo, recordamos que se han elegido, a lo largo de los cursos 2002 – 2003 y 2003 – 2004 nueve submuestras suministradas por cuatro Centros de Enseñanza Secundaria diferentes que son los reflejados en la tabla nº 12 de la página 139 y queremos señalar que se ha añadido un grupo control, en esta segunda fase, para cada uno de los tres niveles con los que hemos investigado. Las 9 submuestras del grupo experimental las agrupamos en tres grupos, uno por cada nivel, se hizo porque los resultados obtenidos eran semejantes dentro de cada uno de ellos, lo que ya se explicó en el apartado 2 del capítulo IV.

Comencemos por enunciar la Segunda Hipótesis de trabajo: **“La presentación y desarrollo de una Unidad Didáctica al alumnado que le haga reflexionar acerca de sus ideas, que presente la problemática actual del agua en un contexto de desarrollo sostenible y que ofrezca criterios de actuación, puede promover un cambio conceptual y actitudinal hacia el uso racional del agua”**. Para su contrastación nos centraremos en las hipótesis que tenemos derivadas de ella y valoraremos para ello los resultados obtenidos al utilizar los diversos instrumentos diseñados para la contrastación de las hipótesis.

## **1. RESULTADOS DE LA CONTRASTACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS DERIVADA. PRESENTACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA ELABORADA (Anexo I)**

Primera hipótesis derivada: *Es posible elaborar y aplicar en el aula una Unidad Didáctica de Educación Ambiental sobre el Agua orientada al cambio conceptual y*

*actitudinal, que responda a las características necesarias para un aprendizaje significativo del alumnado de las principales y más actuales cuestiones referidas a este tema.*

Contrastamos esta hipótesis al presentar la Unidad Didáctica titulada “*AGUA*”, y que se facilita en el anexo I, Hemos tratado de elaborarla con las características adecuadas, y en ella se ofrecen, al alumnado de secundaria y a las personas que siguen cursos de formación de adultos, las **ideas** más fundamentales acerca de la problemática actual del agua, los **procedimientos** necesarios para el análisis de los problemas derivados, y procura generar las **actitudes** precisas para que sientan la necesidad de actuar como verdaderos agentes activos ante esta situación en la que su papel es esencial y urgente.

Este trabajo ha pasado por las etapas de a) **diseño**, en la que han intervenido los miembros del equipo autor y responsable del mismo; b) **ensayo piloto y contrastación**, en la que se ha llevado a la práctica en diversos centros docentes, con alumnado de distintas edades y con diferente profesorado; y c) **evaluación**, en la que se han efectuado las correcciones necesarias con los mecanismos de retroalimentación dispuestos, a la vista de los resultados ofrecidos por el ensayo del mismo.

Así pues, el trabajo que se presenta es el resultado de un largo proceso en el que han intervenido un gran número de alumnos y alumnas con sus preguntas y reflexiones, así como de profesionales de la docencia como María José Del Olmo, Carmen Nieva, Vicente Pascual, Vicente Maset, y quien esto escribe que, con aportaciones fundamentadas desde la experimentación, hemos suministrado una gran cantidad de ideas de mejora.

#### **OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA:**

La puesta en práctica de la Unidad Didáctica que se presenta acerca del uso y consumo del agua según un desarrollo sostenible, pretende ofrecer a nuestro alumnado el conocimiento de la problemática de este líquido en el mundo, conectándolo en la Comunidad dónde vive, y fomentando una valoración del agua dulce como sustancia imprescindible para la vida, con el fin de propiciar la generación de actitudes que favorezcan un uso y consumo sostenible de ella. A continuación exponemos los objetivos generales pretendidos en este trabajo y sus objetivos específicos:

### **Objetivos generales:**

- Favorecer al alumnado la valoración del agua como recurso vital, así como el conocimiento de la problemática que se genera en su ciudad, en la Comunidad donde vive, en España, en Europa y en el mundo.
- Sensibilizar al alumnado acerca de las influencias positivas y negativas que tienen las acciones individuales y colectivas sobre el medio ambiente, especialmente sobre el agua.
- Promover la participación del alumnado en actividades de educación ambiental dirigidas a realizar un uso y consumo de agua según un desarrollo sostenible tanto en sus casas, como en el Centro educativo y en su entorno.
- Promover la responsabilidad individual y colectiva del alumnado en las soluciones a los problemas ambientales generados a partir de sus decisiones de consumo.
- Facilitar la investigación sobre la contaminación de las aguas del algún curso de agua cercano al alumnado, realizando análisis que permitan llegar a conclusiones sobre las conductas que se pueden modificar para acercarnos a un desarrollo sostenible.

### **Objetivos específicos:**

- Que el alumnado descubra el agua como un recurso natural, renovable y limitado, imprescindible para la vida, y sus implicaciones sociales, culturales, económicas y ambientales.
- Que el alumnado conozca el ciclo del agua en la naturaleza, así como los procesos de potabilización de las aguas con el fin de obtener agua para el consumo humano.
- Que sea capaz de establecer las diferencias entre agua potable y no potable, así como de identificar elementos o compuestos que la contaminan y conocer los procesos de tratamiento de las aguas residuales.
- Que analice los diferentes usos del agua por los seres humanos.
- Que conozca los ríos que abastecen a su Comunidad.
- Que se favorezca el estudio de las diferentes aguas potables, embotelladas o no, que se toman en algunas localidades españolas y el análisis de las ventajas, inconvenientes, calidad, precio, etcétera, así como la identificación de los problemas que afectan a la salubridad de las aguas potables, fomentando la búsqueda de soluciones alternativas.

- Que se favorezca la investigación de los problemas relacionados con el agua que afectan al medio ambiente (climatología, sobreexplotación de acuíferos, contaminación, salinización,...), fomentando la búsqueda de soluciones alternativas.
- Que sea capaz de analizar los datos sobre la sequía en nuestro país y de extraer consecuencias.
- Que conozca la importancia y utilidad del agua, su condición de recurso escaso, el modo como se administra, el cuidado y la atención que requiere y sea capaz de establecer medidas para evitar su derroche.
- Que comprenda y valore lo que representa usar y consumir el agua según un desarrollo sostenible
- Que valore la importancia de las relaciones del ser humano con el medio ambiente, destacando su incidencia sobre los recursos hídricos.
- Que se desarrollen actitudes reflexivas y críticas hacia las acciones que contaminan o impactan el medio ambiente, en especial en el agua y en los entornos periurbanos.
- Que se desarrolle una actitud de respeto, valoración y conservación del agua como un recurso renovable, pero limitado, fomentando el consumo racional del agua.

#### **CONTENIDOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA:**

Hemos incluido unos contenidos que tratan de hacer ver al alumnado la grave problemática existente en cuanto a la disponibilidad del agua potable y cuáles son los orígenes de la misma. Así mismo deseamos aportarle la esperanza y la confianza de la repercusión de sus actos.

Los hemos distribuido en cinco grandes bloques que responden a cinco grandes preguntas que nos hacemos sobre el agua ¿qué características posee el agua que la hacen imprescindible para la vida? ¿cómo se encuentra el agua en la Tierra? ¿qué hacemos con ella? ¿qué significa el desarrollo sostenible? y ¿qué debemos hacer con el agua?. Todo ello comienza con una Introducción al estudio del agua y termina con una Conclusión que trata de relacionar todos los conceptos tratados en la Unidad Didáctica:

#### **0. Introducción.**

**1. ¿Cuáles son las características del AGUA que la hacen apropiada para la vida?** (En este bloque se estudian las características del agua así como las relaciones que existen entre éstas y la presencia de vida en la Tierra).

¿Por qué a temperatura ambiente el agua es líquida y no es un gas?

El mejor disolvente conocido.

El calor específico del agua y el calor de vaporización.

Cambios de estado del agua

Variación de la densidad del agua con respecto a su concentración de sales.

**2. ¿Cómo se distribuye el AGUA en la tierra?** (Donde se estudia su localización y nuestra dependencia del agua y de los demás seres vivos):

La Hidrosfera en el planeta tierra.

Necesidad del agua para la vida.

Adaptaciones de los seres vivos al agua.

Dependencia de los seres humanos al agua

El ciclo natural del agua en la Biosfera.

Balance hídrico de una región. Factores que intervienen.

**3. ¿Cómo gestionamos el AGUA?** (En este bloque se estudia el itinerario que sigue el agua desde que cae en forma de lluvia hasta llegar hasta nuestras casas y el que realiza una vez usada. Se tratan los procesos de potabilización y depuración y se investiga la relación entre la calidad y el precio del agua potable. Se termina verificando la calidad del agua de algún río de nuestra Comunidad):

El ciclo integral del agua.

El agua potable. El proceso de potabilización y sus efectos.

La depuración de las aguas residuales.

La calidad de un curso de agua.

**4. ¿Usamos y consumimos el AGUA dulce según un desarrollo sostenible?** (En este apartado se estudia lo que significa desarrollo sostenible, así como los problemas derivados de un uso y consumo inadecuados del agua):

El Desarrollo sostenible y el consumo de agua.

Problemas por la escasez o baja calidad del agua

Los humedales y su importancia ecológica.

¿Soluciones a la falta de agua? La casuística del transvase del Ebro.

**5. ¿Qué debemos hacer para consumir AGUA según un desarrollo sostenible?** (Este apartado trata de reflexionar sobre lo que podemos hacer cada uno de nosotros, siendo solidarios y no hipotecando la vida de las generaciones futuras):

Uso y consumo del agua según un Desarrollo Sostenible.

Calidad de los acuíferos de la Comunidad Valenciana.

El recibo del agua.

Calidad del agua potable ¿quién la contamina?

Ante la escasez o deterioro ¿qué podemos hacer?

**6. Conclusiones** (En este último apartado se trata de globalizar y encontrar sentido a todo lo estudiado, procurando presentar alternativas propias):

Relacionando conceptos

Elaborando actuaciones

Como puede deducirse de los contenidos ya reseñados, en la Unidad Didáctica que facilitamos tratamos la problemática del agua de la forma más completa posible. Para tener una idea global de todos ellos, hemos elaborado un mapa conceptual sobre el agua potable, figura 20, en el que pueden constatarse las relaciones entre los conceptos que abarca el tema elegido para trabajar contenidos medio ambientales.

En el mapa conceptual presentado se han destacado como conceptos prioritarios los de “agua potable” y “consumo responsable”, por ser los más relevantes para nosotros, pues se refieren a una de nuestras hipótesis derivadas y es evidente que el agua a la que nos referimos es la potable, pero también está reflejada la gestión del agua por las personas. Podemos diferenciar en el mapa los dos ciclos hidráulicos, el natural y el urbano, entendiendo por ciclo natural el que se da sin que las personas intervengan: por la acción de la energía calorífica del Sol. Junto a este ciclo podemos observar otro, el urbano, en el que las personas potabilizan el agua captada de ríos o acuíferos para bombearla a las casas, industrias, etc. Pero no siempre es depurada antes de verterla, por lo que en el ciclo integral del agua observamos las interrelaciones entre el ciclo natural y el humano, constatamos los impactos medioambientales que pueden producir prácticas poco o nada respetuosas con el medio, nada comprensibles desde el punto de vista del uso del recurso según un desarrollo sostenible.

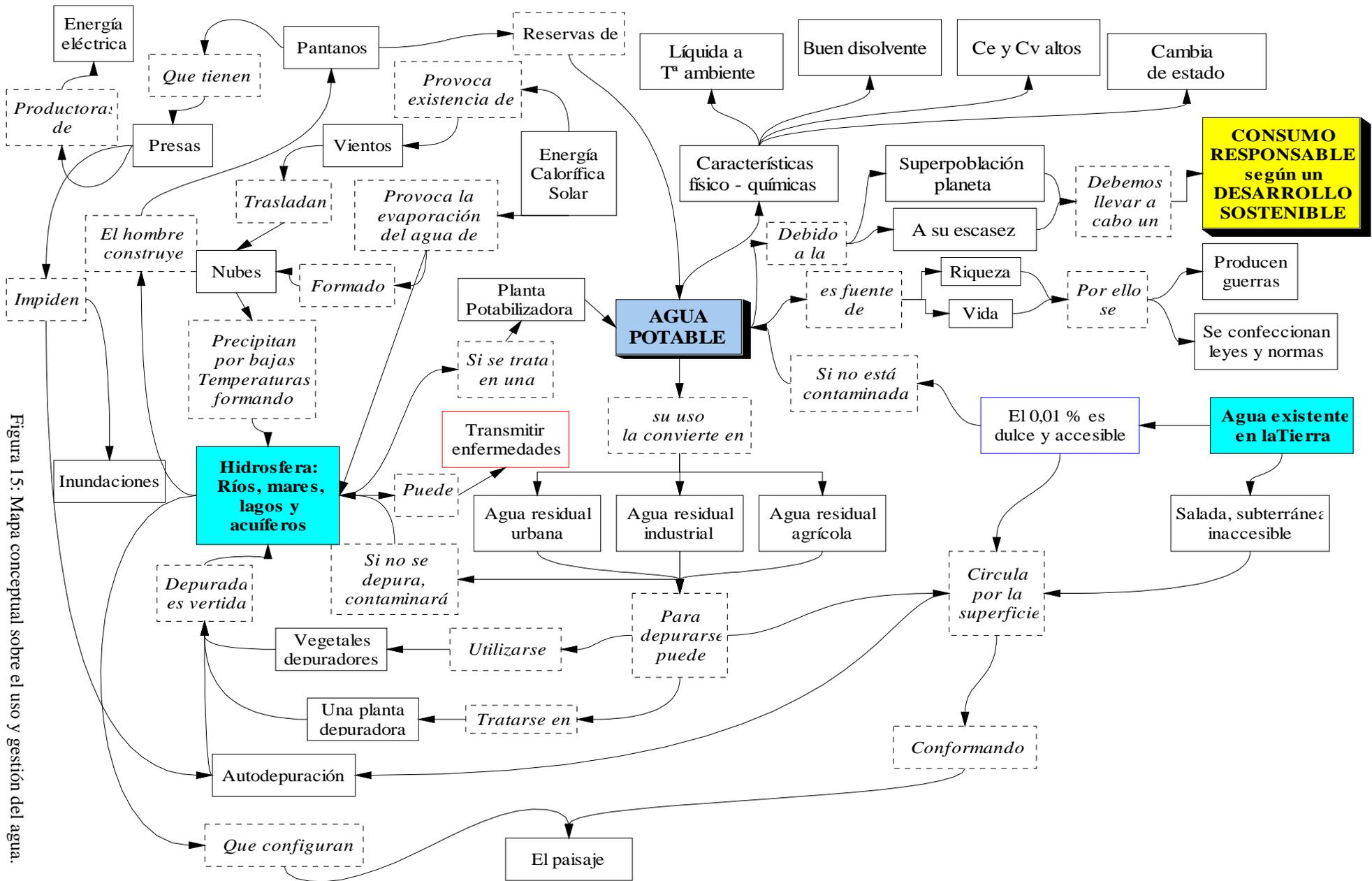


Figura 15: Mapa conceptual sobre el uso y gestión del agua.

### **METODOLOGÍA DE LA UNIDAD DIDÁCTICA:**

Como hemos comentado se proponen 5 bloques y cada uno de ellos está desarrollado mediante actividades propuestas al alumnado. Distinguimos cuatro tipos de actividades: las ordinarias, las de ampliación, de refuerzo y de evaluación. Todas ellas están bien conexionadas entre sí puesto que todo el trabajo posee un hilo conductor que permite un desarrollo coherente del mismo. De esta forma, atendemos la diversidad del alumnado y sus dificultades de aprendizaje, permitiendo avanzar más en el conocimiento a aquel que tiene mayor facilidad y reforzar el aprendizaje a aquellos que les fuese necesario.

En la U. D. las actividades ordinarias las nombramos con una “A” (abreviatura de “actividad”) seguida de un número que indica su posición dentro del conjunto de este tipo.

Las actividades de ampliación las designamos con “A. A.” (abreviatura de “actividad de ampliación”) seguida de un número que indica su posición dentro de la serie de ampliación.

Las actividades de refuerzo las representamos con “R-Ax.” que significa “refuerzo a la actividad x”. Si hubiese más de un refuerzo a una misma actividad se emplearía el símbolo “R-1-A.x.”, cuyo significado es “refuerzo primero a la actividad x”. Se han incluido en los comentarios para el profesorado pues creemos que sólo necesitarán trabajarlas una parte del alumnado por lo que el profesorado es quién decidirá qué alumnado y cuándo las realizarán.

Las actividades de evaluación aparecen como entrevistas, encuestas y cuestionarios iniciales y finales. Aunque cualquier actividad de las propuestas en el trabajo podría utilizarse con este fin hemos diferenciado algunas por considerarlas especialmente adecuadas y las distinguimos con A. E. seguidas de un número que indica su posición en este conjunto, También hemos incluido algunas actividades de autoevaluación.

Por último, existen actividades de procedimiento, las designamos como A-P., seguidas del ordinal correspondiente, son actividades prácticas y pueden ser realizadas tanto en el Centro como en el propio medio que constituye el entorno que se estudia.

El conjunto de actividades ha sido seleccionado para:

**+** **Motivar** al alumnado, que se puede conseguir cuando se satisface una necesidad.

• Para ello se tiene en cuenta las ideas previas en torno al tema que nos ocupa. Con este fin se le pregunta en los materiales que adjuntamos ¿Qué le gustará trabajar dentro de este tema? y ¿Cómo?

• Partimos de información impactante (puede ser un fragmento de documental, diapositivas, una película, fotos, etc.) tras la cual se hace una lluvia de ideas, o un debate entre los miembros de los pequeños grupos en los que se ha dividido al alumnado. Si se realiza un debate cada portavoz expone al resto de grupos la selección de contenidos efectuada.

• Posteriormente se acota la problemática que se va a trabajar. En general, las peticiones del alumnado se ceñirán al conjunto de actividades propuestas en nuestro material, ya que se ha experimentado varias veces. El tema del agua es conocido por todos, lo que desconocen es la importancia de su problemática, ya que no han notado su carencia y desconocen lo que se entiende por uso y consumo sostenible.

**+** **Fomentar la Creatividad y la Actitud Científica.**

• Por ello se plantean las actividades como problemas que hay que investigar. Deben elaborar hipótesis. Realizar diseños. Contrastar las hipótesis elaboradas y sacar conclusiones. Es importante que, además de obtener conclusiones, éstas puedan difundirse en el Centro y fuera del mismo, mediante la elaboración de paneles, noticias de prensa, una revista, o una página web.

**+** **Que el alumnado adquiera una visión sistémica y globalizadora acerca de la problemática del agua.**

• Para ello se realizarán informes, se elaborarán mapas conceptuales, se llevarán a cabo salidas de campo, visitas a depuradoras y potabilizadoras... para que adquiera una visión completa e integrada de todos los factores que intervienen en la problemática del agua.

**+** **Procurar la cooperación entre el alumnado**

• Se consigue fomentando el trabajo en equipos para facilitar el debate y la confrontación dialéctica y así propiciar los cambios conceptuales y actitudinales.

Se pretende desarrollar la solidaridad entre el alumnado sin ver el propio éxito como consecuencia del fracaso de los demás.

## **2. RESULTADOS DE LA CONTRASTACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS DERIVADA**

Recordemos el enunciado de la Segunda Hipótesis derivada y los instrumentos que vamos a emplear en su contrastación: *La Unidad Didáctica elaborada facilita al alumnado un cambio conceptual y actitudinal sobre la problemática del Agua con mayor eficacia que la enseñanza tradicional.*

Esta subhipótesis la podemos dividir en otras dos:

### ***2.1. La Unidad Didáctica elaborada facilita el cambio conceptual y actitudinal del alumnado sobre la problemática del agua.***

El cambio conceptual y actitudinal significa que el alumnado:

- a) Reconoce la importancia del agua para la supervivencia de los seres vivos.***
- b) Conoce la gestión del agua y los problemas derivados de ella.***
- c) Conoce la problemática ambiental existente en torno al agua dulce.***
- d) Conoce lo que significa el desarrollo sostenible.***
- e) Conoce lo que se entiende por consumo de agua según un desarrollo sostenible.***
- f) Ha mejorado sus actitudes hacia un uso racional del agua.***

Los instrumentos para la contrastación de esta segunda hipótesis han sido:

2.1.1. *Un cuestionario final*, que toma como referencia el cuestionario inicial utilizado en la Primera Hipótesis de trabajo.

2.1.2. Las *iniciativas observadas en el alumnado* mientras se desarrollaba la Unidad Didáctica.

## **2.2. La Unidad Didáctica elaborada presenta una mayor eficacia que la enseñanza tradicional.**

El instrumento para contrastar la eficacia consiste en comparar los resultados obtenidos en una evaluación final entre el grupo experimental y el grupo control.

## **2.1. RESULTADOS SOBRE EL CAMBIO CONCEPTUAL Y ACTITUDINAL EN EL ALUMNADO DESPUÉS DE DESARROLLAR LA UNIDAD DIDÁCTICA EN EL AULA**

Detallamos a continuación los resultados obtenidos en el cuestionario final y cuáles fueron las iniciativas mostradas por el alumnado mediante se trabajó la Unidad Didáctica.

### **2.1.1. RESULTADOS DE APLICAR EL CUESTIONARIO FINAL A LA MUESTRA EXPERIMENTAL DEL ALUMNADO.**

Después de aplicar el cuestionario final, presentamos los resultados obtenidos atendiendo al desglose de lo que significan las representaciones y actitudes acerca de la problemática del agua en el alumnado.

#### **a) Resultados sobre: “El alumnado reconoce la importancia del agua para la supervivencia de los seres vivos”.**

Para contrastar esta subhipótesis contamos con 3 ítems del cuestionario, los resultados de los cuales se presentan a continuación, destacamos que  $F_i$  representa la frecuencia absoluta inicial, es decir la cantidad de personas que ha respondido la opción en el cuestionario inicial, mientras que  $F_f$  significa frecuencia absoluta final, que ha sido obtenida al responder dicho ítem pero del cuestionario final.

En el **ítem 3**, el mayor porcentaje de aciertos con respecto al inicial lo sigue presentando el colectivo de 1º de ESO con el 60,8 % frente a un 31,4%; le sigue el 2º GES con el 42,9% frente a un 22,2%; y por último se encuentra el 1º de GES con un 38,3% frente a un 14,9%.

Tabla 12: Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionarios inicial y final para contrastar la hipótesis derivada a).

Nº de ÍTEM Respuesta correcta	1º ESO Número = 51				1º GES Número = 47				2º GES Número = 63				GLOBAL Número = 161			
	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%
ÍTEM 3 El valor medio de consumo por habitante y día está entre 100 y 300 litros	16	31,4	31	60,8	7	14,9	18	38,3	14	22,2	27	42,9	37	23,0	76	47,2
ÍTEM 16 La contaminación de las aguas es un problema ambiental que sólo perjudica a los seres humanos: "Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo"	40	78,4	42	82,4	37	78,7	44	93,6	59	93,7	60	95,2	136	84,5	146	90,7
ÍTEM 20 Se puede permanecer en perfecto estado durante más de 14 días sin tomar líquido: "Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo"	26	51,0	51	100	37	78,7	47	100	53	84,1	63	100	116	72,0	161	100

Podemos observar cómo la mayoría de los grupos han duplicado el porcentaje de alumnado que conoce la cantidad de agua que se consume por habitante y día, si bien aún queda un 50% de alumnado que parece no saber la gran cantidad de agua que gasta diariamente.

En el ítem 16 podemos observar en la tabla que el porcentaje de aciertos en el 2º de GES es el mayor con un 95,24% en el cuestionario final frente al 93,7% del inicial, seguido del colectivo de 1º de GES con un 93,62% del final frente al 78,7% del inicial y por último el 1º de ESO con un 82,35% del final frente a un 78,4% del inicial. Hay que destacar que después de haber trabajado la Unidad Didáctica la mayoría, un 90,7% del alumnado sabe que la contaminación ambiental no sólo perjudica a los seres humanos. Antes de trabajarla lo sabía un 85%.

En el ítem 20 podemos observar en la tabla que el porcentaje de aciertos es el máximo para cualquiera de los grupos, puesto que tenemos el 100% de aciertos en todos los grupos. El mayor avance se ha producido en 1º de ESO en donde de un 51% en el cuestionario inicial se ha pasado al 100% en el final. En conjunto podemos afirmar que el 100% del alumnado sabe que no se puede permanecer en perfecto estado si durante más de 14 días no se han tomado líquidos.

En resumen, aunque en el ítem 3 los resultados obtenidos son mejorables, para su análisis presentamos la tabla de contingencia siguiente, los correspondientes a los otros dos ítems confirman que el alumnado reconoce la importancia del agua para la supervivencia de los seres vivos.

Tabla 12: Tabla de contingencia del ítem 3 inicial con respecto al ítem 3 final.

Nivel de estudios			Ítem 3 final. El consumo medio por habitante y día en la C. V. es		Total
			Entre 100 y 300	No sabe (a, b, d) o no responde	
1º ESO	Ítem 3 inicial. El consumo medio por habitante y día en la C. V. es	Entre 100 y 300	11	5	16
		No sabe (a, b, d) o no responde	20	15	35
		Total	31	20	51
1º GES	Ítem 3 inicial. El consumo medio por habitante y día en la C. V. es	Entre 100 y 300	2	5	7
		No sabe (a, b, d) o no responde	16	24	40
		Total	18	29	47
2º GES	Ítem 3 inicial. El consumo medio por habitante y día en la C. V. es	Entre 100 y 300	6	8	14
		No sabe (a, b, d) o no responde	21	28	49
		Total	27	36	63

En la observación de esta tabla podemos constatar cómo realmente el aprendizaje es mayor que si simplemente hallamos la diferencia entre el porcentaje de aciertos final y el inicial. Así, en 1º de ESO de las 16 personas que aciertan en el cuestionario inicial, 5 realmente no lo sabían ya que en el final respondieron mal, por tanto se pasa de 11 personas que responden correctamente en el inicial a 31 en el final, por lo que podemos pensar que 20 personas de 1º de ESO lo han aprendido. En 1º GES podemos suponer que sólo lo sabían 2 y lo han aprendido 16. Por último en el caso del 2º GES son 21 personas las que han aprendido la importancia del agua en la supervivencia de los seres vivos.

**b) Resultados sobre: “El alumnado conoce la gestión del agua y los problemas derivados de ella”.**

Tabla 14: Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionarios inicial y final para contrastar la hipótesis derivada b).

Nº de ÍTEM	1º ESO Número = 51				1º GES Número = 47				2º GES Número = 63				GLOBAL Número = 161				
	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%	
ÍTEM 4 Las acciones que se llevan a cabo en una depuradora son: a), b) y d)	0	0	30	58,8	2	4,3	32	68,1	1	1,6	27	42,9	3	1,9	89	55,3	
ÍTEM 5 Las acciones que se llevan a cabo en una potabilizadora son: a) y b)	6	11,8	38	74,5	6	12,8	27	57,5	8	12,7	38	60,3	20	12,4	103	64	
ÍTEM 7 Hay que pagar el agua que gastamos porque:	Dice una razón	36	70,6	37	72,6	26	55,3	21	44,7	39	61,9	42	66,7	101	62,7	100	62,1
	Dice dos ó 3 razones	4	7,8	9	17,7	4	8,5	20	42,6	15	23,8	18	28,6	23	14,3	47	29,2
	Dice 4 ó más	0	0,0	0	0,0	0	0	3	6,38	0	0	3	4,8	0	0	6	3,7

En el ítem 4 podemos señalar que el 68,1% de 1º de GES lo sabe frente al 4,3% del inicial, le sigue un 58,8% de 1º de ESO frente a un 0% del inicial y por último el 42,9 de 2º de GES frente al 1,6% que lo sabía antes de trabajar la Unidad Didáctica. Hay que destacar que en el global del resultado del cuestionario final hay casi un 60% de alumnado que sabe cuáles son las acciones que se llevan a cabo en la depuradora frente al menos del 2% que lo sabía en el inicial. Se ha producido un avance importante, ya que el alto grado de desconocimiento al comienzo de la experimentación era elevado.

En el ítem 5 el 74,5% de 1º de ESO respondió correctamente en el cuestionario final frente a un 11,8% que lo hizo en el inicial, seguido por el 60,3% del 2º de GES frente a un 12,7% del inicial y por último está con un 57,5% de aciertos en el final el 1º de GES frente a 12,8% del inicial. Podemos constatar que ha habido aprendizaje ya que los resultados iniciales fueron bajísimos, puesto que un 90% del alumnado desconocía los tratamientos que recibe el agua, bien para su depuración o para su potabilización. Por lo que podemos afirmar que para éste ítem ha resultado eficaz trabajar la Unidad Didáctica, ya que de un 12,4 % de alumnado que en el cuestionario inicial respondió correctamente hemos pasado a un 63,98 % en el cuestionario final.

En el **ítem 7**, al ser un ítem abierto, el alumnado ha propuesto su propia respuesta, similar a la ya destacada en el capítulo IV.

La razón más propuesta que coincide con la del cuestionario inicial es “para inducir al ahorro y no la gastemos toda”. Continúan por tanto opinando que el consumo del agua puede estar condicionado a su precio y a su escasez.

Para evaluar el grado de concienciación de nuestro alumnado hemos considerado el número de aportaciones que proponen, valorando como positivo un mayor número de aportaciones. Se puede constatar en la figura número 21 que se ha mejorado notablemente la sensibilización del alumnado, ya que se ha incrementado menos el número de los que proponen 1 razón, que el de los que proponen 2, 3, 4 ó más razones, dónde apreciamos un aumento significativo. En torno al 29% del global proponen 2 ó 3 razones, frente al 14 % que las proponían en el cuestionario inicial. Queremos hacer notar que el porcentaje de los que no aportan razones ha disminuido haciendo posible que se incrementen los porcentajes finales con respecto a los iniciales del alumnado que aporta alguna razón.

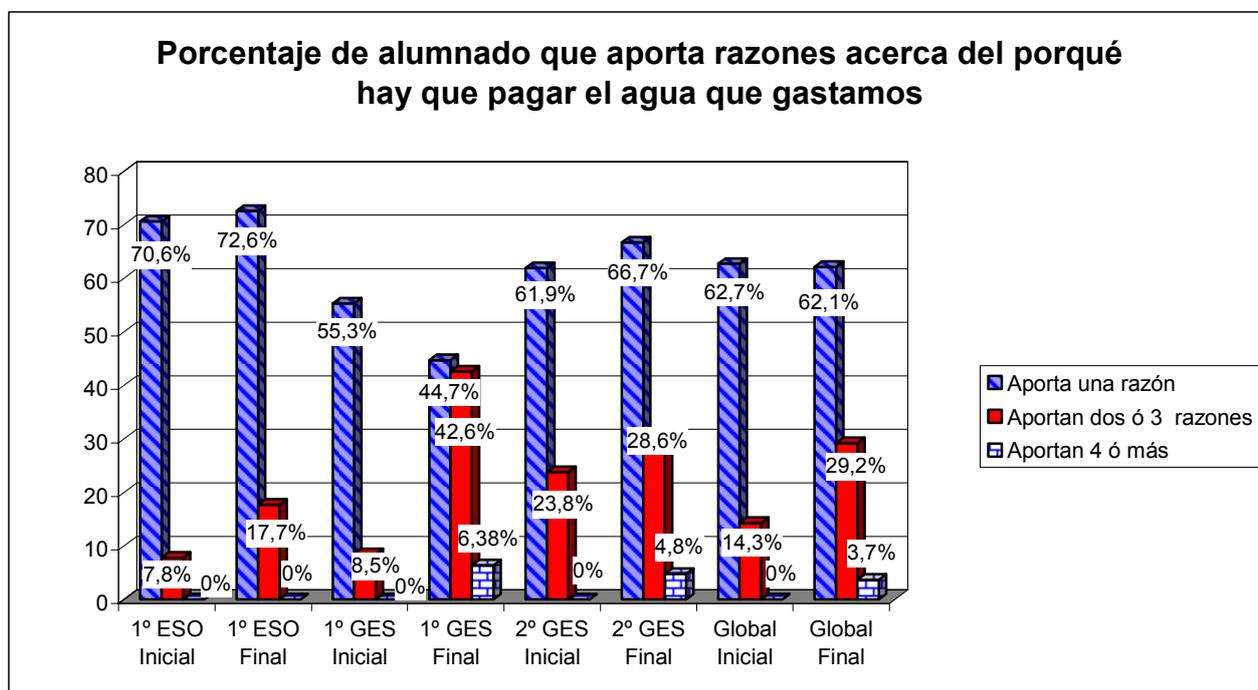


Figura 16: Porcentaje de alumnado que aporta número de razones sobre el porqué hay que pagar el agua que gastamos.

Facilitamos a continuación la tabla de contingencia del ítem 7, en la que se puede constatar la mejora de la sensibilización del alumnado a la que aludimos.

En esta tabla podemos constatar la mejora ya que en 1º de ESO se pasa de 4 que dan 2 ó 3 razones en el cuestionario inicial a 9 en el final; en 1º GES se pasa de 4 a 23 y en el 2º de GES de 15 a 21.

Tabla 15: Tabla de contingencia ítem 7 inicial con respecto al ítem 7 final.

Nivel de estudios		Ítem 7 final. Hay que pagar el agua que gastamos porque				Total	
		Dice una razón	Dice dos razones	Dice tres razones	No saben, no responden		
1º ESO	Ítem 7 inicial. Hay que pagar el agua que gastamos porque	Dice una razón	26	6		4	36
		Dice dos razones	3	1			4
		No saben, no responden	8	2		1	11
		Total	37	9		5	51
1º GES	Ítem 7 inicial. Hay que pagar el agua que gastamos porque	Dice una razón	12	11	1	2	26
		Dice dos razones	1	2	1		4
		No saben, no responden	8	7	1	1	17
		Total	21	20	3	3	47
2º GES	Ítem 7 inicial. Hay que pagar el agua que gastamos porque	Dice una razón	31	7	1		39
		Dice dos razones	6	6	1		13
		Dice tres razones		2			2
		No saben, no responden	5	3	1		9
		Total	42	18	3		63

También podemos observar que aunque la cantidad de alumnados que dan una razón se mantiene más o menos constante lo que sí ha aumentado es la cantidad de alumnado que arguye dos o más razones. Por ejemplo, de 4 alumnos de 1º GES que aportan 2 ó 3 razones en el cuestionario inicial, se ha pasado a 23.

**c) Resultados sobre: “El alumnado conoce la problemática ambiental existente en torno al agua dulce”.**

Para el ítem 1 han mejorado mucho los tres colectivos. De 2º de GES porque de un 40% de aciertos en el cuestionario inicial ha pasado a un 71,4% en el final; el 1º de GES pasó de un 15% en el inicial a un de un 66% en el final; y por último 1º de ESO que es en el que más mejoría se observa ya que ha pasado de un 10% en el inicial a un 71% en el final, globalmente, podemos afirmar que se ha producido un incremento

importante en el porcentaje de alumnado que conoce la respuesta correcta, ya que de un 23% se ha pasado a un 70% del alumnado.

Tabla 16: Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionarios inicial y final para contrastar la hipótesis derivada c).

Nº de ÍTEM Respuesta correcta	1º ESO Número = 51				1º GES Número = 47				2º GES Número = 63				GLOBAL Número = 161				
	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%	
ÍTEM 1 Sólo el 0,01 % es dulce y accesible	5	9,8	36	70,6	7	14,9	31	66,0	25	39,7	45	71,4	37	23,0	112	69,6	
ÍTEM 2 En la Comunidad Valenciana la actividad agrícola es la que más agua consume	22	43,1	37	72,6	18	38,3	33	72,2	21	33,3	28	44,4	61	37,9	98	60,9	
ÍTEM 6 En la naturaleza no hay agua para gastar toda la que queremos	46	90,2	51	100	38	80,9	46	97,9	55	87,3	63	100	139	86,3	160	99,4	
ÍTEM 8 Hay problemas de agua en:	Mi ciudad	21	41,2	40	78,4	19	40,4	35	74,5	33	52,4	53	84,1	73	45,3	128	79,5
	Otras Ciudades	34	66,7	41	80,4	25	53,2	38	80,9	53	84,1	56	88,9	112	69,6	135	83,9
ÍTEM 9 Señala problemas y causas	Dice un problema	28	54,9	18	35,3	14	29,8	7	14,9	22	34,9	19	30,2	64	39,8	44	27,3
	Dice 2 ó 3	10	19,6	23	45,1	12	25,5	21	44,7	28	44,4	33	52,4	50	31,1	77	47,8
	Dice 4 ó más	2	3,9	5	9,8	1	2,1	4	8,5	3	4,8	6	9,5	6	3,7	15	9,3

Al observar la tabla de contingencia número 17 podemos constatar que en 1º de ESO, 32 alumnos o alumnas conocen la poca cantidad de agua de que disponemos y que no lo sabían antes de trabajar la unidad didáctica “¡¡Agua!!”; en 1º de GES son 26 y en 2º de GES, 27 los que lo han aprendido y lo desconocían.

Tabla 17: Tabla de contingencia ítem 1 inicial con respecto al ítem1 final.

Nivel de estudios			Ítem 1 final. Cantidad de agua dulce disponible		Total
			Sólo el 0,01 % es dulce y accesible	no sabe (a,c,d,) o no contesta	
1º ESO	Ítem 1 inicial. Cantidad de agua dulce disponible	Sólo el 0,01 % es dulce y accesible	4	1	5
		no sabe (a,c,d,) o no contesta	32	14	46
	Total		36	15	51
1º GES	Ítem 1 inicial. Cantidad de agua dulce disponible	Sólo el 0,01 % es dulce y accesible	5	2	7
		no sabe (a,c,d,) o no contesta	26	14	40
	Total		31	16	47
2ª GES	Ítem 1 inicial. Cantidad de agua dulce disponible	Sólo el 0,01 % es dulce y accesible	18	7	25
		no sabe (a,c,d,) o no contesta	27	11	38
	Total		45	18	63

En el **ítem 2** podemos afirmar que un 61% del alumnado sabe que en la Comunidad Valenciana, la agricultura consume más agua que cualquier otra actividad. El porcentaje de aciertos en las respuestas del cuestionario final es muy similar para 1º de ESO con un 72,6 %, y para 1º de GES con un 72,2 %, siendo por otra parte menor el de 2º de GES con un 44,4%. La mayoría conoce ahora la respuesta pero no la conocía al responder el cuestionario inicial pues sólo el 43,1% de 1º de ESO, el 38,3% de 1º de GES y el 33,3% de 2º de GES lo sabían.

En el **ítem 6** se han obtenido en todos los colectivos buenísimos resultados, llegando a ser el 100 % los que han afirmado que en la naturaleza no hay agua para gastar toda la que queramos, frente al 86,3 que lo hacían en el cuestionario inicial.

En el **ítem 8**, como ya dijimos, consideramos como respuestas válidas las que reconocen la existencia de problemas, tanto en la propia ciudad como en otras. Que los tienen en su ciudad lo afirma en el cuestionario final cerca del 80% del alumnado frente al 45,3% del inicial. Que existan problemas de agua en otras ciudades o países lo señalan en el cuestionario final cerca del 85% del alumnado frente al 70% del inicial. Podemos constatar como ahora son más conscientes de que su ciudad también tiene problemas y por tanto no pueden gastar toda el agua que quieran, lo que es observable en la gráfica de la figura número 22. En ella vemos como tienden a igualarse las alturas de las barras que representan los porcentajes del cuestionario final, debido a que una mayoría ha aprendido que en su ciudad también hay problemas, pero esto no ocurre en las que reflejan los resultados del cuestionario inicial.

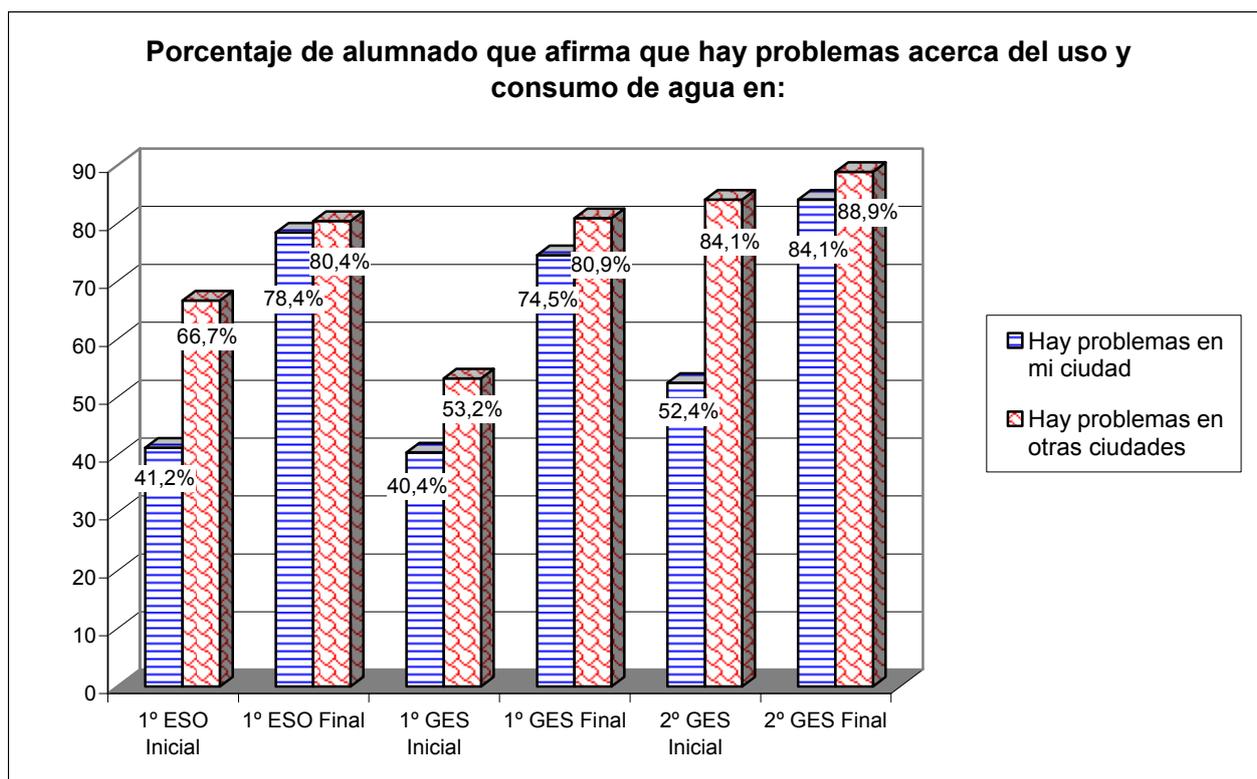


Figura 17: Porcentaje de alumnado que afirma que en su ciudad o en otras hay problemas relacionados con el agua.

En el ítem 9, en el que se pide que *señalen los problemas que existen en su ciudad o en otras ciudades, así como las causas que los originan*, se encuentra que el 54,9% de 1º de ESO señala 2 ó más problemas en el cuestionario final, frente al 23,5% del inicial; en 1º de GES es un 53,2% que lo señalan en el final, en contraste con un 27,6% del inicial; y por último en el 2º de GES lo indican un 61,9% del final frente a un 49,2% del inicial.

Para su análisis adjuntamos la relación de las respuestas ofrecidas por el alumnado ordenadas de mayor porcentaje de elección a menor. Muchas coinciden con las que se dijeron en el inicial.

- Escasez de lluvias. Deforestación. Escasez de agua. Clima.
- Superpoblación. A veces por turistas.
- La contaminación del agua, pérdida de calidad.
- Falta de reservas de agua. No hay agua potable. Tener que emigrar para conseguir agua.

- *Poca calidad y estanqueidad de las infraestructuras.*
- *Ciudades con sequía y mucha agricultura de regadío.*
- *No se usa según un desarrollo sostenible.*
- *Enfermedades e incluso muerte por consumir agua en mal estado.*
- *Derrochar el agua (campos de golf, parques acuáticos, etc.).*
- *Los tratamientos del agua resultan caros, no pueden pagarse en muchos países.*
- *Insuficientes depuradoras.*
- *No se pueden regar los campos.*
- *Los que están arriba no dejan pasar el agua.*
- *Falta de reservas de agua. Pocos pantanos.*
- *Malas y escasas infraestructuras de trasvases de aguas.*

No responder, lo seguimos considerando como una respuesta errónea pues valoramos en positivo lo que sabe el alumnado y si no responde significa que, no se ha involucrado en el problema, pero casi todo el alumnado ha respondido a este ítem.

Destacamos del ítem 9 que en el cuestionario final en 2º de GES, hay un 9,5 % que señalan en el cuestionario final más de 4 problemas, frente a un 4,8 % del inicial y un 52,4 % del final apuntan entre dos o tres problemas frente al 44,4% del inicial. En el caso del colectivo de 1º de ESO, un 9,8% del alumnado ha señalado en el cuestionario final más de 4 problemas frente al inicial en el que sólo un 3,9% lo hizo, y un 45,1 % ha nombrado en el cuestionario final dos o tres problemas frente al 19,6% del inicial. Por último, el 8,5% de 1º de GES señalan en el cuestionario final más de 4 problemas frente al inicial en dónde sólo lo apuntaron el 2,1%, y para acabar un 44,68% que señalan en el cuestionario final entre dos o tres problemas frente a un 25,5 % del inicial.

Podemos constatar como los tres colectivos están bastante igualados y han mejorado notablemente con respecto a los resultados del cuestionario inicial, incrementando, fundamentalmente, las respuestas múltiples frente a aquellas en las que se apunta un único problema.

**d) Resultados sobre: “El alumnado conoce lo que significa el desarrollo sostenible”.**

Tabla 18: Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionarios inicial y final para contrastar la hipótesis derivada d).

Nº de ÍTEM Respuesta correcta	1º ESO Número = 51				1º GES Número = 47				2º GES Número = 63				GLOBAL Número = 161			
	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%
<b>ÍTEM 10</b> Se practica el desarrollo sostenible cuando se consumen recursos renovables por debajo de su tasa de renovación.	6	11,8	9	17,7	8	17	21	44,7	25	39,7	26	41,3	39	24,2	56	34,8
<b>ÍTEM 14</b> Cuanta más cantidad de fertilizantes, mayor cosecha se obtendrá “Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo”	21	41,2	36	70,6	27	57,4	40	85,1	53	84,1	54	85,7	101	62,7	130	80,8
<b>ÍTEM 15</b> La contaminación producida por las actividades humanas es un mal necesario para el desarrollo de nuestra sociedad. “Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo”	23	45,1	15	29,4	22	46,8	26	55,3	43	68,3	48	76,2	88	54,7	89	55,3

Para el **ítem 10** la respuesta correcta en 1º ESO, se ha incrementado: 17,7 % del cuestionario final frente al 11,8 % del inicial, en 1º de GES lo señala el 44,7 % frente al 17 % inicial y por último 2º de GES, que lo propone en un porcentaje de 41,3 frente al 39,7 % inicial. Aunque se ha incrementado el porcentaje de alumnado que conoce lo que significa desarrollo sostenible, el rendimiento en este ítem podría haber sido mejor, suponemos que la dificultad de la comprensión del concepto es la causa de que nuestro alumnado no progrese todo lo que se esperaba. Por tanto, se deberá incidir con otras actividades sobre ello, para que los niveles de conocimiento de nuestro alumnado mejoren a este respecto.

En el **ítem 14**, el 2º de GES responde con un 85,7% de aciertos en el cuestionario final frente al 84% del inicial, seguido de 1º de GES con un 85% frente a un 57% en el inicial, y por último el 1º de ESO con un 70,6% frente a un 41,2% del inicial.

Se sigue observando que el colectivo de GES ha respondido con mayor porcentaje de aciertos que los de primero de ESO, creemos que se debe, como ya dijimos, a la mayor experiencia personal que les confiere su edad.

En el ítem 15 podemos observar en la tabla número 19 que el porcentaje de aciertos en el cuestionario final del 2º de GES es de un 76,2% frente al 68,3% del inicial, en el caso de 1º de GES hay un 55,3% que responde correctamente en el final frente a un 46,8% del inicial y por último, un 29,4% de 1º de ESO señala la respuesta correcta en el cuestionario final frente a un 45,1% que lo hace en el inicial. Sorprende especialmente este último resultado, ya que en vez de avance es retroceso.

Aunque se han incrementado algo los porcentajes de aciertos con respecto al inicio de nuestra investigación, siguen siendo bajos especialmente en 1º de ESO que retrocede y en 1º de GES, lo que podría significar que el pesimismo cuesta de combatir y serían necesarias más sesiones activas, en las que el alumnado pudiese intervenir directamente en la resolución de algún problema. De este modo se combatiría su idea de aceptación del “mal necesario”.

**e) Resultados sobre: “El alumnado conoce lo que se entiende por consumo de agua según un desarrollo sostenible”.**

Tabla 19: Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionarios inicial y final para contrastar la hipótesis derivada e).

Nº de ÍTEM Respuesta correcta	1º ESO Número = 51				1º GES Número = 47				2º GES Número = 63				GLOBAL Número = 161			
	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%
<b>ÍTEM 12</b> Para abastecer las necesidades de agua se deben sobreexplotar los acuíferos si fuese necesario. “Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo”	23	45,1	39	76,5	27	57,4	37	78,7	51	81	57	90,5	101	62,7	133	82,6
<b>ÍTEM 13</b> Estoy convencido de que el consumo de agua excesivo no repercute en el medio ambiente. “Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo”	33	64,7	41	80,4	37	78,7	42	89,4	59	93,7	57	90,5	129	80,1	140	87,0

En el **ítem 12** todos los colectivos demuestran haber aumentado su sensibilización con respecto a los resultados de la encuesta inicial. Así, el colectivo de 2º de GES presenta un porcentaje de aciertos en el cuestionario final del 91% frente a un 81% del inicial, el de 1º de GES con un 78,7% del final frente a un 57,4% del inicial y por último el de 1º de ESO con un 76,5% del final frente a un 45,1% del inicial.

Los resultados obtenidos en este ítem nos dan a entender que a una buena parte del alumnado, el 82,6 %, le importa lo que puede ocurrir mañana con el agua y opinan que no hay que sobreexplotar los acuíferos aún a costa de quedarse ellos temporalmente sin agua.

En el caso del **ítem 13** el porcentaje de aciertos en el 2º de GES es 90,5% en el cuestionario final frente al 93,7% del inicial, 1º de GES con un 89,4% del final frente a un 78,7% del inicial y por último 1º de ESO con un 80,4% del final frente a un 64,7% del inicial. Sorprende el retroceso de 2º de GES, pero opinamos que esta diferencia no es relevante, pues podría ser simplemente que un alumno haya dado una respuesta adecuada por casualidad en el cuestionario inicial pero no lo hace en el final.

Una gran mayoría del alumnado ve la relación entre el Agua y el Medio Ambiente, porque opina que su defecto influye y deteriora su entorno.

**f) Resultados de aplicar los instrumento de análisis para contrastar la hipótesis derivada: “El alumnado ha mejorado sus actitudes hacia un uso racional del agua”**

En el caso del **ítem 11** al igual que en el cuestionario inicial seguimos destacando como válidas aquellas respuestas que dependen de la acción del propio alumno. Las respuestas ofrecidas por el alumnado las hemos agrupado en las mismas categorías que enunciamos en los resultados de la encuesta inicial más algunas nuevas propuestas por el alumnado tras trabajar la unidad ¡¡Agua!!:

En su **casa**:

- *Poner una bolsa en la cisterna o reutilizar la de la ducha o tener cisternas de doble botón.*
- *Participar en campañas que promuevan el uso y consumo del agua según un desarrollo sostenible y apuntarse a asociaciones que lo potencien.*
- *Reducir el tiempo de la ducha y ducharse en lugar de bañarse, cerrando los*

*grifos mientras se enjabona. Caso de bañarse, llenar poco la bañera y reutilizarla, por ejemplo para el inodoro.*

Tabla 20: Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionario para contrastar la hipótesis derivada f).

Nº de ÍTEM Respuesta correcta		1º ESO Número = 51				1º GES Número = 47				2º GES Número = 63				GLOBAL Número = 161			
		Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%	Fi	%	Ff	%
ÍTEM11	Para que se utilice mejor el agua puedo realizar: nº de acciones (+) ≥ 3	18	35,3	37	72,6	10	21,3	27	57,5	27	42,9	47	74,6	55	34,2	111	68,9
ÍTEM 17	Me gustaría hacer más cosas por la defensa de la naturaleza, pero creo que mis acciones son insignificantes. "Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo"	18	35,3	21	41,2	16	34,0	29	61,7	36	57,1	44	69,8	70	43,5	94	58,4
ÍTEM 18	Estoy dispuesto a participar en campañas para fomentar el ahorro del agua y el reciclaje en mi centro escolar. "Totalmente de acuerdo y de acuerdo"	34	66,7	34	66,7	28	59,6	32	68,1	45	71,4	47	74,6	107	66,5	113	70,2
ÍTEM 18	Hasta 5 €	6	11,8	13	25,5	5	10,6	8	17,0	14	22,2	17	27,0	25	15,5	38	23,6
	Entre 5 y 10 €	8	15,7	10	19,6	1	2,1	7	14,9	2	3,2	7	11,1	11	6,8	24	14,9
	Más de 10 €	10	19,6	9	17,7	3	6,4	6	12,8	5	7,9	3	4,8	18	11,2	18	11,2
ÍTEM 19	Sólo se mejorará el medio ambiente cuando la administración aplique mediadas más duras. "Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo"	9	17,6	10	19,6	7	14,9	2	4,3	12	19	11	17,5	28	17,4	23	14,3

• *No contaminar, no tirar residuos por el váter ni por otros desagües, sobre todo aceites.*

• *Usar llenos la lavadora, lavavajillas, etc.*

- *Cerrar los grifos si no se usan. No dejarlos gotear. No derrochar el agua.*
- *Cuando se tenga el grifo abierto, que no sea a tope y que sea el menor tiempo posible.*
- *Cerrar el grifo mientras se enjabona, ya sean dientes, manos, cuerpo, platos, etc.*
- *Poseer en los grifos dispositivos de ahorro de agua, como atomizadores.*
- *Usar grifos monomando o térmicos.*
- *Revisar el estado general de las instalaciones de suministro de agua con el fin de evitar pérdidas innecesarias.*
- *Poner contadores parciales de consumo local que te permita tener presente el gasto de agua realizado.*
- *No ensuciar ni mandar a lavar la ropa con frecuencia.*
- *Recoger el agua previa a la ducha y regar las plantas con ella.*
- *En la limpieza doméstica no utilizar productos tóxicos para lavar ropa, vajilla u otros.*

**En la ciudad:**

- *No derrochar el agua de las fuentes.*
- *No utilizar el agua sin necesidad.*
- *Cuidar de sus perros para que no defecuen por cualquier lado y así evitar que luego haya que limpiarlo.*
- *No ir escupiendo ni ensuciando la ciudad.*
- *Moderarse en las actividades de ocio que sean acuáticas, si no se usan masivamente estas instalaciones no se fabricarán más.*
- *Exigir a las autoridades tratamientos del agua más eficaces que los actuales.*
- *Ser un ejemplo por nuestras actuaciones para nuestros amigos y compañeros.*

**En la montaña, el campo o la playa:**

- *Controlar el agua de las piscinas propias.*

- *Regar a goteo. Solicitar al Ayuntamiento que canalice el agua de las montañas mediante la construcción de acequias, que permitan el paso del agua utilizando la gravedad, tal y como lo hacían desde antiguo los romanos y los árabes entre otros.*
- *No tirar residuos que contaminen el agua.*
- *Cerrar bien las duchas en la playa.*
- *No provocar incendios.*
- *Regar jardines o campos de golf con agua depurada.*

**En el colegio o instituto:**

- *No dejar abiertos los grifos de los aseos.*
- *No jugar con el agua ni malgastarla.*
- *Llevar al contenedor de papel los apuntes o papeles de desecho para que se recicle, el papel reciclado en su producción consume mucha menos agua que si se fabrica es no reciclado.*

De todas las posibles respuestas hemos contabilizado como válido, al igual que en el cuestionario inicial, cuando un alumno o alumna ofrezca tres o más frases en total, sumando las correspondientes a la casa, ciudad, montaña, campo o playa y colegio o instituto. El grado de participación ha mejorado notablemente con respecto a los resultados iniciales. Los mayores porcentajes obtenidos en el cuestionario final corresponden a los colectivos de 1º y 2º de GES dónde casi un 75% hace tres o más propuestas que mejoran la utilización del agua, frente a menos del 40% del inicial, aunque el mayor aumento tiene lugar en 1º de GES en el que un 60% del final hace tres o más propuestas, frente a un 21% del inicial que las hace. Hay que destacar que sólo el 1,2% del global del alumnado ha respondido que no puede hacer nada, frente a un alto porcentaje que declaraba esa intención en el cuestionario inicial.

En el caso del **ítem 17** señalamos el porcentaje de respuestas correctas de 2º de GES en el cuestionario final que es de un 69,8% frente a un 57,1% del inicial, en 1º de GES el porcentaje final es de 61,7% en contraste con un 34% del inicial y por último el

de 1º de ESO con un 41,2% frente al 35,3% del inicial. El mayor incremento de respuestas favorables se produce en el alumnado de 1º de GES, donde se ha duplicado el porcentaje inicial de alumnos y alumnas convencidos de que pueden hacer algo, de que sus acciones son importantes.

Para el **ítem 18** el porcentaje de alumnado dispuesto a participar en acciones para la defensa de la Naturaleza en el 2º de GES es de un 74,6% en el cuestionario final frente a un 71,4 del inicial, en 1º de GES está dispuesto un 68,1% del cuestionario final frente a 59,6% y por último el 1º de ESO con un 66,7 % del cuestionario final frente al mismo porcentaje del inicial.

Al igual que en el ítem 17, observamos cómo el alumnado de 2º de GES posee una actitud a participar en acciones positivas sobre el Agua y el Medio mayor que la de 1º de ESO y la de 1º de GES igual que observábamos en los resultados de la encuesta inicial, posiblemente debido a su mayor edad o al hecho de tener una mayor preparación ya que se encuentran en un nivel superior, 2º de GES equivale a 4º de ESO.

En la segunda parte del ítem 18 valoramos, al igual que en el cuestionario inicial, la disposición al compromiso del alumnado observando la aportación económica que está dispuesto a realizar para poder hacer campañas en las que se fomente el ahorro de agua. Los más pequeños, de 1º de ESO, siguen siendo los más generosos en sus propuestas, un 17,7% llegan a proponer aportar más de 10 €. El colectivo que menos aportaciones hace sigue siendo el de 1º de GES, pero ha mejorado notablemente su sensibilización con respecto a hacer una aportación económica, ya que de sólo un 19,1% que lo proponían se ha pasado a 44,6%.

En el caso del **ítem 19** podemos observar en la tabla número 21 que el porcentaje de aciertos en el 1º de ESO es en el cuestionario final de un 19,61% frente a un 17,6% del inicial y va seguido de cerca del 2º de GES con un 17,46% en el final frente a un 19% del inicial y por último el de 1º de GES se presenta con un 4,26% del final frente a un 14,9% del inicial. Se observa un retroceso en los dos grupos de GES, y los porcentajes obtenidos son bastante bajos, lo que podría significar que la mayoría opina que medidas más coercitivas serían más beneficiosas. Se sigue desconfiando de las personas, de su educación y de su buena voluntad y se sigue descargando toda la responsabilidad en la administración, como si todo dependiera de ella.

### 2.1.2. RESULTADOS DE EVALUAR EL CAMBIO ACTITUDINAL DEL ALUMNADO: “*Iniciativas observadas en el alumnado mientras se desarrolla la unidad didáctica*”.

El alumnado se ha sensibilizado al trabajar esta unidad y como consecuencia de ello ha presentado comportamientos y elaborado productos que así lo demuestran, pero por razones obvias relacionadas con la extensión de esta tesis no podemos presentarlos todos y elegimos como muestra los siguientes:

• ***Juegos didácticos elaborados por el alumnado.*** Opinamos que son un reflejo de la sensibilización del alumnado y los hemos utilizado como instrumento para valorar su actitud. En el Anexo III se adjuntan como modelo 2 de los más de 20 juegos que se realizaron que son: *El tres en raya del agua* y *Las cuatro familias*, ambos reflejan unos objetivos basados en el uso y consumo del agua sostenible y poseen unas instrucciones que facilitan el conocimiento de las reglas del juego. Se les pidió que los elaborasen para hacerles reflexionar acerca de lo aprendido y mostrar sus opiniones en ellos, para así valorar si se había mejorado tanto en conocimientos como en actitudes. Al confeccionar el juego, no sólo es necesario conocer la problemática del agua sino que se requiere saber aplicarla, para ello previamente se debe haber asimilado.

Podríamos haber adjuntado, numerosos juegos más y en todos se puede constatar la actitud positiva y lo aprendido por el alumnado. Las alumnas que los han elaborado hacen especial referencia a los contenidos de los bloques temáticos trabajados en la Unidad Didáctica y utilizan frases obtenidas en parte de ella. Fomentan el ahorro de agua, la no contaminación, y ello lo expresan con dibujos y frases cortas de manera que cale en los jugadores, indicando tanto lo que hay que hacer como lo que no se debe hacer.

Por otro lado, son conscientes de la poca agua disponible de calidad que tenemos, lo que se observa en los consejos que dan sobre la utilización de agua mineral para el consumo humano, y asumen que es por culpa del mal uso que hacemos las personas y ellas se incluyen.

Las alumnas que han elaborado estos juegos pertenecían en ese momento a un grupo de 1º de GES, eran mayores de 25 años y se las notaba responsables y concienciadas con el tema.

● **Informes elaborados por el alumnado a partir de investigaciones realizadas por él mismo.** Con ellos, además de valorar los conocimientos adquiridos valoramos también la dedicación y entrega, así como el interés, es decir las actitudes. Se adjunta un informe como muestra en el Anexo IV, que tiene por título *Agua como fuente de vida*, en él se reflejan las opiniones de una muestra del alumnado del CFPA Serrano Morales, acerca de como usa y consume el agua, también propone posibles soluciones que podrían resolver el problema de escasez de agua que afecta a nuestra Comunidad. Se propuso que se hiciese este trabajo con el fin de que sea el propio alumnado el que se enfrente a discriminar de lo que responden las personas encuestadas, lo que es cierto, de aquello que no lo es; también para que tome conciencia de la problemática ambiental que tiene en su localidad, para que aprenda a investigar bibliográficamente y por último para que aprenda el manejo de algunos programas informáticos.

El informe que mostramos, consiste en un análisis de las respuestas dadas por una muestra elegida al azar entre el alumnado de todo el Centro, con respecto a la problemática del agua, en él se reflejan mediante gráficas los resultados de una encuesta, elaborada y tabulada por alumnado de 2º de GES. Opinamos que, además de servir para valorar las actitudes, este informe constituye un instrumento para evaluar la eficacia de la unidad, porque el alumnado que ha realizado la investigación conoce la problemática del agua y ha elaborado unas cuestiones que le facilita la obtención de importantes conclusiones, como que los encuestados desconocen los posibles mecanismos comerciales que favorezcan el ahorro de agua, como tampoco saben qué tratamientos se dan al agua en plantas depuradoras, puesto que declaran que beberían un agua contaminada por bacterias. También es importante el resultado que obtienen al valorar la importancia del PHN así como de lo que sabe el alumnado encuestado acerca de los tratamientos que sufre el agua antes de llegar a sus casas.

Hay que destacar que todos los encuestados eran personas adultas y susceptibles de comprar esos mecanismos de ahorro para sus casas. El desconocimiento de estas personas demuestra la necesidad de hacer campañas de formación acerca del tema y de que en todos los centros se trate este tema con carácter preferencial.

• **Elaboración de Murales**, sobre contenidos relacionados con el tema. Se adjuntan dos de ellos en el Anexo V, reflejan la visita que hizo el alumnado de 1º y 2º de GES del CFPA Serrano Morales a la potabilizadora de Manises. Con todo el alumnado visitante se elaboraron cuatro grupos y cada uno de ellos se ocupó de una parte de lo tratado en la visita. El 1º de ESO se ocupó del estudio de la procedencia del agua que llega a la potabilizadora y del estudio de los procesos mecánicos llevados a



Figura 18: Dibujo del objetivo del proceso de Pre-cloración.

cabo en ella; 2º de GES se ocupó de la parte de los procesos químicos y de análisis químico y microbiológico que se realizan. Se propuso su elaboración para fomentar una mayor atención en la visita, para que se reflexionase posteriormente y por último para que todo el que no pudiese acudir a la potabilizadora se enterase de lo que se hace allí para tratar el agua que nos llega a nuestras casas.

Valoramos en ellos el mensaje que encierran ya que a partir de ellos se puede informar y sensibilizar al resto de compañeros. Podemos destacar su atractivo,

porque favorece que se lean, la letra no es demasiado pequeña y no hay excesiva cantidad de texto, los colores son vistosos e incluso en el primero que se muestra en el anexo, titulado **Potabilizadora: laboratorio** podemos apreciar dibujos simpáticos relacionados con el tema que nos ocupa, han representado los contenidos fundamentales mediante ellos. En el segundo, cuyo título es, **Potabilizadora de Manises: filtración**, en lugar de dibujos han utilizado fotos que los propios alumnos realizaron cuando se visitó la potabilizadora que aporta el agua potable a la ciudad de Valencia. Son unos buenos murales que además de mostrar los conocimientos denotan la sensibilidad y actitud de los alumnos que los han elaborado.

• **Salidas Pedagógicas**, sobre contenidos relacionados con el tema. En el Anexo VI se muestran algunas fotos de tres de las numerosas salidas pedagógicas que se realizaron mientras se desarrollaba la Unidad Didáctica, éstas en concreto fueron al Centro Nacional de Educación Medioambiental (CENEAM) de Valsain (Segovia), a la

potabilizadora de Manises y a dos zonas del recorrido del río Palancia. Las fotos registradas representan sólo una muestra, pues disponemos de muchas más e incluso de vídeos. Las salidas las hicimos porque son un complemento valiosísimo, de este modo, no sólo es la profesora o profesor quien destaca la problemática medioambiental que nos ocupa, sino que también lo hacen otras personas de diferentes estamentos.

Las fotos son buenas indicadores de la actitud del alumnado porque congelan la imagen de lo que hace y cómo lo hace. Las fotos números 1 y 2, corresponden a una visita con estancia en el CENEAM, podemos ver en la 1 cómo se marca el sendero y en la 2 que se trabaja cooperativamente, mediante una cadena humana se pasan rocas de unos a otros con el fin de rellenar una depresión del terreno que se embarraba y en la que el ganado podía romperse las patas porque resbalaba debido a la pendiente. En ambas fotos constatamos su actitud positiva para hacer cosas que mejoren el medio ambiente.

En las fotos números 3, 4, 5 y 6 el alumnado del CFPA Serrano Morales está visitando la potabilizadora de Manises (Valencia). Destacamos el interés que muestra el alumnado observando las explicaciones, preguntando y anotando lo que les parece relevante. Hay que señalar que todo el alumnado no podía asistir puesto que se trata de personas adultas que muchas de las cuales trabajan con horarios comerciales, lo que les impide asistir a estas actividades si se realizan en días laborables. Para resolver este inconveniente se realizó en el aula, previa a la visita, una sesión en la que todo el mundo pudo dejar claras cuáles eran sus dudas acerca de la potabilización del agua, simultáneamente los que iban a ir tomaban notas de esos interrogantes y en la visita formularon los de los compañeros y los suyos propios. Puede verse en la foto número 6 cómo una alumna de más de 60 años realiza una pregunta a la monitora.

En las fotos con los números de la 7 a la 18, el alumnado está realizando un muestreo para valorar la calidad de las aguas del río Palancia en dos tramos de su recorrido. Se constata primeramente la valoración de algunos parámetros fisicoquímicos del agua (fotos números 8, 9 y 10) y posteriormente la observación de un pez (Madrilla) y un renacuajo (foto número 11), aunque no se adjuntan más fotos y en las propuestas no se evidencia se centró la atención en los macroinvertebrados ya que son los indicadores que se utilizaron para valorar la calidad del agua. Se realizó una puesta en común, véase el interés por parte del alumnado anotando e intercambiando opiniones, totalmente distinto al que suele observarse en las salidas ordinarias, en las que generalmente piensan que van de excursión, más que a trabajar. Hay que destacar que la

salida se hizo en sábado para que una mayoría pudiese venir. No hay que olvidarse de las fotos números 15, 16, 17 y 18, porque en ellas apreciamos el vertido urbano de la población de Teresa, en el que podemos diferenciar todo tipo de residuos sólidos. Es una manera muy directa de denunciar la problemática existente, el alumnado analiza la cantidad de oxígeno presente en el agua, y constata que no hay nada de oxígeno, posteriormente observa que no hay seres vivos. Tampoco hay que dejar de lado la foto número 12, en estas salidas uno de los objetivos es la socialización y una comida en el monte puede facilitarla mucho. Hay que destacar la solidaridad y el compañerismo reinante en este tipo de actividades, además de una gran motivación por parte del alumnado y del profesorado.

Valorando en su conjunto todas las iniciativas del alumnado del grupo experimental podemos afirmar que el haber trabajado la Unidad Didáctica ha sido relevante y ha producido aprendizaje en el mismo, no sólo de contenidos conceptuales, sino también actitudinales.

## **2.2. EL CAMBIO CONCEPTUAL Y ACTITUDINAL SE PRODUCE CON MAYOR EFICACIA QUE EN UNA ENSEÑANZA TRADICIONAL**

Recordamos que se ha pasado el mismo cuestionario a grupos control, obtenidos de cada uno de los Centros, encuestando a grupos del mismo nivel de estudios que nuestro alumnado experimental. Esto se hizo, como ya se dijo, con el fin de eliminar la variable de la posible influencia surgida en nuestros grupos de estudio a causa de informaciones proporcionadas por los medios de comunicación y /o por las enseñanzas tradicionales.

Para valorar el cambio hemos realizado *un análisis de varianza univariante*. En la tabla adjunta sobre el *análisis de varianza univariante*, se muestran los resultados obtenidos. Consideramos como variable independiente *la nota global final*. Los factores que vamos a estudiar son *el nivel de estudios* y *el tratamiento* realizado al grupo experimental.

A pesar de que en los grupos experimentales no son demasiado buenos, podemos constatar una clara diferencia con los de los grupos control, por lo que podemos afirmar que trabajar la Unidad Didáctica es eficaz, puesto que todos los grupos experimentales obtienen resultados superiores a los del grupo control.

Tabla 21: Notas medias globales obtenidas en la valoración del cuestionario final del grupo experimental y del grupo control.

Nivel de estudios	Nº de alumnos	Nota media global final (Conceptos 7,5 más actitudes 2,5)	Desviación típica
1º ESO	51	5,82	1,61815
<i>1º ESO (control)</i>	28	3,22	<i>0,70163</i>
1º GES	47	6,21	1,79131
<i>1º GES (control)</i>	24	4,23	<i>1,06952</i>
2º GES	63	6,60	1,18268
<i>2º GES (control)</i>	17	4,50	<i>1,712905</i>
Global muestra	161	6,24	1,54593
<i>Global (control)</i>	79	3,89	<i>1,26154</i>
<i>1º ESO + su control</i>	79	4,9003	1,84881
<i>1º GES + su control</i>	71	5,5386	<i>1,83490</i>
<i>2º GES + su control</i>	80	6,1539	1,56238
<i>TOTAL</i>	230	5,5333	1,81888

Hay que recordar que aunque consideremos tres grupos dentro del grupo de alumnos experimental, en realidad son nueve las submuestras que han participado en nuestra investigación: 2 grupos de 1º de ESO, 4 de 1º de GES y 3 de 2º GES.

Si comparamos la nota media global final del grupo experimental de 1º de ESO con la de su grupo Control observamos que la diferencia es más patente que en el caso de 1º o 2º de GES, porque quizás como los de ESO son más jóvenes, quien no haya trabajado los contenidos de la Unidad Didáctica no los conoce, por ello los resultados del grupo control están bastante por debajo de los del grupo experimental, además de en las notas medias podemos constatarlo en sus desviaciones típicas, que son muy bajas y por tanto se refleja con ello que las notas están muy próximas a la media, por lo que si la media es inferior a cinco, las notas del alumnado también podrán serlo o estarán próximas a él.

En el GES, tanto en 1º como en 2º, son mejores porque su mayor edad les ha hecho vivir más experiencias y son más ricos en conocimientos.

Por tanto la diferencia entre las notas medias del grupo control y el experimental es representativa de la diferencia de los conocimientos del alumnado.

Cuando comparamos los niveles de estudio, (últimas filas de la tabla 21), agrupando los alumnos del grupo control con el mismo nivel experimental, podemos observar cómo la nota media es mayor a medida que el nivel de estudios es superior. El caso por el cual la desviación típica aumenta es debido a que se han mezclado las notas

del alumnado del grupo experimental con las del grupo control.

Al observar los datos que aparecen en la tabla 21 afirmamos que la diferencia en el valor de las notas medias entre los grupos experimental y de control no es muy elevada, pero es suficiente significativa para constatar que el trabajar la Unidad Didáctica produce mejoras en los conocimientos del alumnado, puesto que los grupos experimentales todos tienen notas medias por encima de las de los grupos control que corresponda.

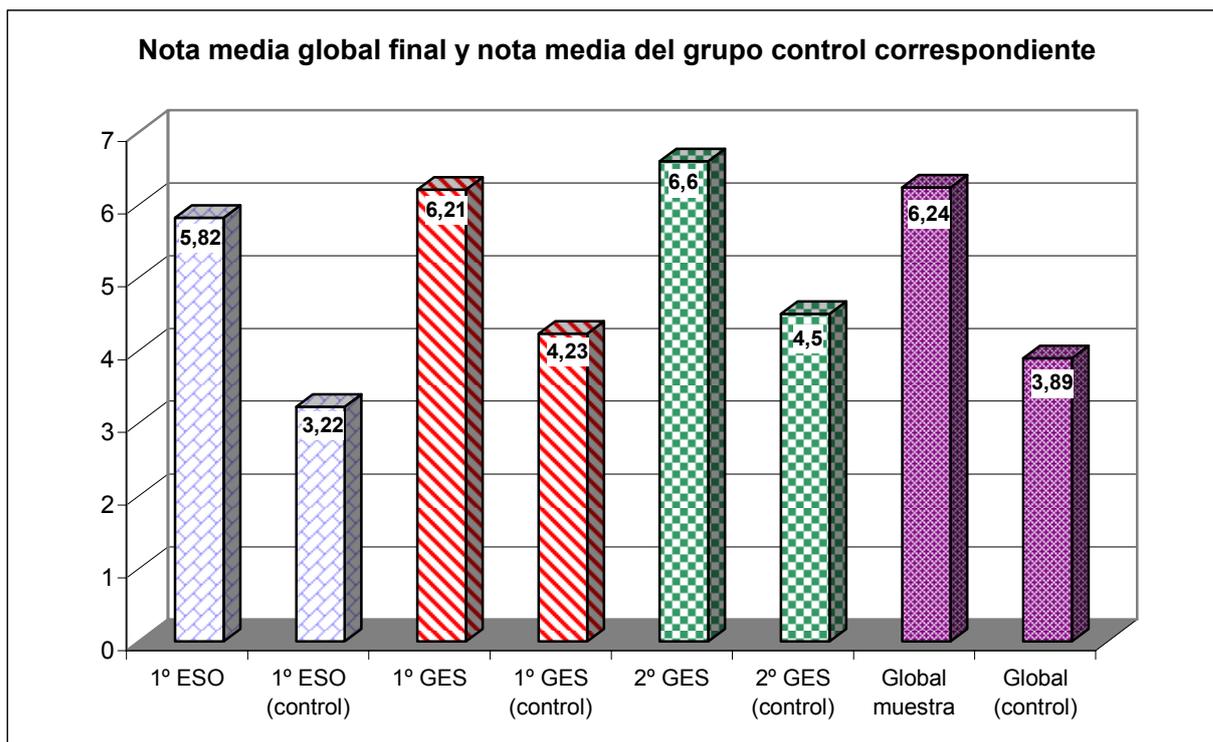


Figura 19: Nota media global final y nota media del grupo control correspondiente.

Recordamos, que nuestro interés radicaba fundamentalmente en estudiar la evolución de los grupos de alumnos experimentales para detectar su mejoría y establecer las comparaciones necesarias con los demás grupos tanto controles como experimentales.

*A la vista de la tabla 22 las diferencias siguen siendo significativas en la nota final debidas a ambos factores: al nivel y al tratamiento lo que puede verse en la significación que es mucho menor de 0,05, pero sin interacción entre ellos ya que cuando se tienen en cuenta simultáneamente el tratamiento y los niveles la significación es 0,395 .*

Tabla 22: Pruebas de efectos inter-sujetos.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	305,812	5	61,162	30,324	0,000
Intersección	4846,291	1	4846,291	2402,796	0,000
Tratamiento	230,998	1	230,998	114,529	0,000
Niveles	35,373	2	17,687	8,769	0,000
Tratamiento con Niveles	3,764	2	1,882	0,933	0,395
Error	451,794	224	2,017		
Total	7799,732	230			
Total corregida	757,606	229			

a Calculado con alfa = 0,05

b R cuadrado = 0,404 (R cuadrado corregida = 0,390)

### 2.2.1. Comparación de la nota inicial con la final en los niveles del grupo experimental.

Tabla 23: Comparación de las Medias de las Notas global inicial y global final en el grupo experimental de 1º de ESO.

Nivel de estudios	Notas consideradas (Conceptos 7,5 más actitudes 2,5)	Media	N	Desviación típica	Error típ. de la media
1º ESO	Nota global inicial (conceptos más actitudes)	4,1190	51	1,42170	0,19908
1º ESO	Nota global final (conceptos más actitudes)	5,8225	51	1,61815	0,22659

Tabla 24: Comparación de la nota global inicial con la global final en el grupo experimental de 1º de ESO.

Nivel de estudios	Nota global inicial y global final (Conceptos 7,5 más actitudes 2,5)	t	gl	Significación (bilateral)
1º ESO	Nota global inicial (conceptos más actitudes) - Nota global final (conceptos más actitudes)	-9,068	50	0,000

La t de Student de la tabla 24 muestra que la diferencia existente entre la nota global inicial y la global final del grupo de 1º de ESO que ha sufrido tratamiento es

significativa, ya que la significación es menor que 0,05, lo que indica que pertenecen a poblaciones distintas y por lo tanto ha habido aprendizaje.

Tabla 25: Comparación de las Medias de las notas global inicial y global final en el grupo experimental de 1º de GES.

Nivel de estudios	Notas consideradas (Conceptos 7,5 más actitudes 2,5)	Media	N	Desviación típica	Error típ. de la media
1º GES	Nota global inicial (conceptos más actitudes)	4,1826	47	1,53898	0,22448
1º GES	Nota global final (conceptos más actitudes)	6,2051	47	1,79131	0,26129

En la tabla 25 seguimos observando una mejora en el valor de la nota media global final con respecto a la global inicial, para saber si es significativa, a continuación suministramos información del cálculo de la t de Student.

Tabla 26: Comparación de la nota inicial con la final en el grupo experimental de 1º de GES.

Nivel de estudios	Nota global inicial y global final (Conceptos 7,5 más actitudes 2,5)	t	gl	Significación (bilateral)
1º GES	Nota global inicial (conceptos más actitudes) y Nota global final (conceptos más actitudes)	47	0,581	0,000

La t de Student muestra también que la diferencia existente entre la nota global inicial y la global final del grupo de 1º de GES que ha sufrido tratamiento es significativa, ya que la significación es menor que 0,05.

Tabla 27: Comparación de las Medias de las Notas global inicial y global final en el grupo experimental de 2º de GES.

Nivel de estudios	Notas consideradas (Conceptos 7,5 más actitudes 2,5)	Media	N	Desviación típica	Error típ. de la media
2º de GES	Nota global inicial (conceptos más actitudes)	5,5060	63	1,27029	0,16004
2º de GES	Nota global final (conceptos más actitudes)	6,6006	63	1,18268	0,14900

Nuevamente observamos mejoría en el grupo de 2º de GES al que se le ha aplicado el tratamiento de trabajar la Unidad Didáctica que se propone en esta tesis. Valoramos a continuación la significación de la variación.

Tabla 28: Comparación de la nota global inicial con la global final en el grupo experimental de 2º de GES.

Nivel de estudios	Nota global inicial y global final (Conceptos 7,5 más actitudes 2,5)	t	gl	Significación (bilateral)
2º de GES	Nota global inicial (conceptos más actitudes) y Nota global final (conceptos más actitudes)	63	0,401	0,001

La t de Student nos confirma que la diferencia existente entre la nota global inicial y la global final del grupo de 2º de GES que ha sufrido tratamiento es significativa, ya que la significación es menor que el 0,05.

Hemos observado que tanto en 1º de ESO, 1º de GES y 2º de GES al comparar las notas globales iniciales y las finales ha habido aprendizaje significativo. Al comparar las calificaciones finales con las de sus grupos controles también hay una diferencia significativa a favor de los primeros, lo que demuestra la eficacia de la Unidad Didáctica.

## **Capítulo VIII**

# **CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS**

## **1. INTRODUCCIÓN Y CONCLUSIONES SOBRE LA PRIMERA HIPÓTESIS DE TRABAJO**

Disponer de agua potable es una de las necesidades del género humano. Siempre se han ideado sistemas que garantizaran el abastecerse de este recurso vital, pero en estos momentos se está produciendo en muchos lugares del planeta una escasez limitante y, si siempre ha sido preocupante no tener acceso a la necesaria, en este siglo se ha convertido este deseo en uno de los mayores problemas ya que los habitantes del planeta se encuentran desigualmente repartidos y su número se ha incrementado aritméticamente, pero el consumo de agua que realizan se ha elevado exponencialmente, sobre todo en los países que se dicen desarrollados.

La educación sobre el agua es necesaria pues si se usase y consumiese el agua según un desarrollo sostenible no pondríamos en peligro la disponibilidad de este recurso ni en el momento presente ni en un futuro cercano. Pensamos que si el alumnado conoce cuál es el problema que tenemos entorno a la calidad y cantidad del agua disponible y sabe qué se debe hacer para ahorrarla y no contaminarla, tendrá cuidado al usarla y consumirla. Mejorando individualmente las actitudes, cada uno de

nosotros, contribuimos a mejorar el estado de nuestro medio ambiente. Para concienciar al alumnado hemos elaborado una Unidad Didáctica que le muestre la situación problemática actual y le suministre herramientas para mejorar su actitud y sus acciones.

Con nuestra investigación pretendemos aportar información acerca de los conocimientos y actitudes que presentaban los estudiantes de las muestras estudiadas al comienzo de la experimentación y al final de la misma, con este fin pasamos a presentar nuestras conclusiones basándonos en los resultados obtenidos en los instrumentos utilizados.

Primera Hipótesis de trabajo: *El alumnado no tiene una representación adecuada de lo que significa el agua para la vida en el Planeta, ya que no concede al agua el valor que tiene en nuestras vidas, ni valora la necesidad de un desarrollo sostenible como único modo de controlar y mejorar la situación actual de problemática ambiental.*

Esta hipótesis la podemos concretar en 6 hipótesis secundarias:

- 1. Desconoce la importancia del agua para la supervivencia de los seres vivos.*
- 2. Desconoce la gestión del agua y los problemas derivados de ella.*
- 3. Desconoce la problemática ambiental existente en torno al agua dulce.*
- 4. Desconoce lo que significa desarrollo sostenible.*
- 5. Desconoce lo que se entiende por consumo de agua según un desarrollo sostenible.*
- 6. Posee actitudes inadecuadas para tener un uso racional del agua.*

Las conclusiones obtenidas a partir de los resultados de los instrumentos “entrevistas personales” y cuestionario inicial son:

La mayoría del alumnado que compone la muestra de nuestra experimentación afirmaba que no había trabajado nunca la problemática del agua previamente al desarrollo de la misma. El que la mayoría del alumnado de nuestra muestra no hubiese

trabajado la problemática del agua previamente al desarrollo de nuestra experimentación podría significar que incluso desde el profesorado no se priorizan estos contenidos frente a otros por no considerarlos de la misma relevancia, ya que en el currículo ordinario sí se encuentran.

***1. El alumnado desconoce la importancia del agua para la supervivencia de los seres vivos.***

El alumnado desconoce a medias la importancia del agua para la supervivencia de los seres vivos, pues la mayoría sabe que los alimentos líquidos son más importantes que los sólidos y que la contaminación de las aguas es un problema ambiental que nos afecta a todos los seres vivos, sin embargo hay un porcentaje elevado de alumnos que desconoce la cantidad de agua que gasta diaria y personalmente.

***2. El alumnado desconoce la gestión del agua y los problemas derivados de ella.***

Podemos afirmar que la mayoría del alumnado sabe que no podemos gastar toda el agua potable que queramos y que es consciente de que una de las formas de fomentar el ahorro de agua es la de que se pague en función de su consumo, no obstante desconoce la gestión del agua y los problemas derivados de ella pues no tiene conocimiento de las acciones que se llevan a cabo en la depuración y potabilización del agua.

***3. El alumnado desconoce la problemática ambiental existente en torno al agua dulce.***

Podemos afirmar que el alumnado no aprecia la problemática ambiental existente en torno al agua dulce, porque desconoce la poca cantidad de agua que es dulce y accesible. Sorprende que a pesar de que un alto porcentaje (60,8 %) del alumnado de 1º de ESO ha estudiado la problemática del agua, sea el colectivo que menor proporción de aciertos presenta, incluso comparando con el resultado de 1º de GES en donde sólo el 38,3 % habían afirmado haberla trabajado.

Así, la mayoría del alumnado desconoce que la actividad agrícola es la que más agua consume en nuestra comunidad. Aunque es consciente de que en la naturaleza no

hay agua para gastar toda la que queramos, desconoce los problemas existentes en su ciudad y aunque hay alumnos que afirman que en otras ciudades sí hay problemas de agua, no lo afirma la mayoría. En cuanto a nombrar los problemas relacionados con el agua que afectan a su ciudad o a otras y las causas que los originan, hay un porcentaje de alumnado interesante que señala problemas, pero ningún colectivo ha señalado las causas que los provocan.

#### ***4. El alumnado desconoce lo que significa desarrollo sostenible.***

La mayoría del alumnado desconoce lo que se entiende por desarrollo sostenible y cómo se puede aplicar en la utilización de los recursos. Consideran que la contaminación producida por las actividades humanas, aunque sea irreversible, es un mal necesario para el desarrollo de nuestra sociedad.

#### ***5. Desconoce lo que se entiende por consumo de agua según un desarrollo sostenible.***

La mayoría del alumnado no sabe el significado de consumo de agua según un desarrollo sostenible, la mitad opina que se deben sobreexplotar los acuíferos para abastecer las necesidades de agua y casi el 40 % del alumnado de 1º de ESO está convencido de que el consumo excesivo de agua no repercute en el medio ambiente.

#### ***6. Posee actitudes inadecuadas para tener un uso racional del agua.***

Un porcentaje mínimo aporta ideas que reflejen un compromiso de intentar mejorar su uso y consumo de agua, un 65 % de 1º de ESO, cerca de un 80% en 1º de GES y un 60% en el 2º de GES no aportan ninguna idea de lo que podrían hacer para ahorrar agua, no se sabe si no la aportan por ignorancia o por pasotismo. En cambio más del 60% de los tres colectivos está dispuesto a participar en campañas para fomentar el ahorro del agua, e incluso un porcentaje bastante aceptable de 1º de ESO está dispuesto a hacer una aportación económica para las campañas que favorezcan el ahorro de agua. En los otros colectivos las aportaciones son más reducidas. Más del 80 % de los tres colectivos opina que sólo se resolverán los problemas medioambientales cuando la

administración aplique medidas más duras, por lo que desconfían del alcance de sus acciones y descargan toda la responsabilidad sobre la administración.

## **2. CONCLUSIONES SOBRE LA SEGUNDA HIPÓTESIS DE TRABAJO**

Comenzamos por recordar cuál era la Segunda Hipótesis de trabajo: *“La presentación y desarrollo de una Unidad Didáctica al alumnado que le haga reflexionar acerca de sus ideas, que presente la problemática actual del agua en un contexto de desarrollo sostenible y que ofrezca criterios de actuación, puede promover un cambio conceptual y actitudinal hacia el uso racional del agua”*.

Hemos elaborado una Unidad Didáctica, ha sido aplicada en el aula por 5 profesores y profesoras diferentes, la hemos evaluado y demostrado su eficacia. Las conclusiones principales las presentamos siguiendo la pauta de las hipótesis derivadas.

- ***Reconoce la importancia del agua para la supervivencia de los seres vivos.***

Después de haber trabajado la Unidad Didáctica la mayoría de los grupos ha duplicado el porcentaje de alumnado que conoce la cantidad de agua que se consume por habitante y día, si bien aún queda más de un 50% de alumnado que parece que no es consciente de la gran cantidad de agua que consume diariamente. La mayoría del alumnado sabe que la contaminación ambiental no sólo perjudica a los seres humanos sino también al resto de seres vivos que habitan este planeta. Todo el alumnado sabe que no se puede permanecer en perfecto estado si durante más de 14 días no se han tomado líquidos, lo que demuestra que valoran la importancia de ingerirlos para poseer un buen estado de salud.

En resumen, podemos afirmar que la mayoría del alumnado reconoce la importancia del agua para la supervivencia de los seres vivos.

■ ***Conoce la gestión del agua y los problemas derivados de ella.***

Un 55% del alumnado sabe cuáles son las acciones que se llevan a cabo en la depuradora. Aunque el porcentaje no parezca elevado se ha producido un avance importante, ya que al comienzo de la experimentación menos del 2% lo sabía. Un 64% conoce los tratamientos que recibe el agua para potabilizarse. Por tanto hay un número importante de alumnos y de alumnas que conocen la gestión del agua y los problemas derivados de ella, al comienzo de la investigación sólo una minoría los conocía. La mayoría del alumnado sabe porqué hay que pagar el agua que gastamos.

■ ***Conoce la problemática ambiental existente en torno al agua dulce.***

La mayoría del alumnado, tras trabajar la Unidad Didáctica, conoce que el 0,01% del agua es dulce y accesible, cuando sólo el 23 % del alumnado lo sabía al comienzo de nuestra investigación. La mayor parte del alumnado sabe que la actividad agrícola es la que más agua consume en nuestra comunidad. El 100 % del alumnado es consciente de que en la naturaleza no hay agua para gastar toda la que queramos. Una mayoría del alumnado sabe que en su ciudad, y también en otras ciudades, hay problemas relacionados con el uso y consumo de agua.

En conjunto, podemos afirmar que una mayoría del alumnado conoce la problemática ambiental existente en torno al agua dulce.

■ ***Conoce lo que significa el desarrollo sostenible.***

En el cuestionario final un 35% del alumnado demuestra saber lo que significa el desarrollo sostenible frente a un 24% que lo sabía en el inicial, no obstante, constatamos que la dificultad la tienen en expresar la definición puesto que sí han interiorizado cómo han de utilizarse los recursos según un desarrollo sostenible, ya que la mayoría del alumnado sabe que no se obtiene una mejor cosecha cuanto mayor cantidad de fertilizantes se emplee y es consciente de que la contaminación producida por las actividades humanas es un mal, no necesario, para el desarrollo de nuestra sociedad.

En conjunto los resultados han sido aceptables a excepción del significado de desarrollo sostenible. Por ello se debería reforzar este contenido trabajando más

actividades sobre él, las cuales podrían estar enfocadas a practicar la definición del concepto e incluso aplicada a la utilización de otros recursos distintos al agua. Es especialmente importante que entiendan y asimilen estas definiciones sobre todo teniendo en cuenta que por su gran importancia las Naciones Unidas ha instituido la Década de la Educación para un futuro sostenible abarcando el periodo de 2005 a 2014.

● ***Conoce lo que se entiende por consumo de agua según un desarrollo sostenible.***

A la mayoría del alumnado le importa lo que puede ocurrir mañana con el agua y opina que no hay que sobreexplotar los acuíferos aún a costa de quedarse temporalmente sin agua en sus casas. Una gran mayoría, el 87%, encuentra relación entre Agua y Medio Ambiente, porque opina que su defecto influye y deteriora su entorno.

Tenemos que insistir en el hecho de que, aunque una pequeña parte del alumnado había interiorizado el concepto de desarrollo sostenible, cuando se trata de aplicarlo al uso y consumo del agua todos lo hacían correctamente.

● ***El alumnado ha mejorado sus actitudes hacia un uso racional del agua.***

Se ha observado una mayor sensibilización por el buen uso y consumo de agua, ya que el alumnado propone acciones para que se utilice mejor el agua en los distintos lugares que frecuenta: su casa, la ciudad, la montaña, el campo, la playa, el colegio o el instituto. Sólo el 1 % del global del alumnado ha respondido que no puede hacer nada. Una gran parte señala que le gustaría hacer más cosas por la defensa de la naturaleza y confía en la repercusión de sus acciones; El mayor incremento de respuestas favorables se produce en el alumnado de 1º de GES, donde se ha duplicado el porcentaje de los alumnos y alumnas que se han convencido de que pueden hacer algo y de que sus acciones son importantes. La mayor parte afirma estar dispuesto a participar en campañas para fomentar el ahorro de agua y el reciclaje en su centro escolar. La mitad afirma su disposición a realizar una aportación económica para poder hacer campañas en las que se fomente el ahorro de agua.

La mejora de las actitudes del alumnado también la podemos constatar mediante la observación de los productos elaborados y su participación en las clases de todo tipo, incluyendo las prácticas, salidas pedagógicas, juegos diseñados, etc. En muchas de estas cuestiones, hemos constatado cómo el alumnado podría ser el germen difusor de las buenas prácticas.

Para terminar, basándonos en los resultados obtenidos de los cuestionarios y la comparación de las notas medias de los grupos experimentales en contraste con las del control correspondiente, podemos afirmar que la Unidad Didáctica elaborada presenta una mayor eficacia que la enseñanza tradicional. Todo ello significa la posibilidad de modificar los conceptos y las actitudes del alumnado de 1º de ESO y 1º y 2º de GES acerca de la problemática del agua en el contexto del desarrollo sostenible mediante la aplicación en el aula de recursos educativos innovadores, estimuladores, etc.

### **3. PERSPECTIVAS**

La investigación que presentamos en esta memoria se basa en el proceso de enseñanza-aprendizaje del problema del agua como factor limitante para el desarrollo de nuestra vida. En ella, hemos:

- 1. Detectado, mediante un cuestionario inicial, las carencias conceptuales y actitudinales de un grupo experimental.*
- 2. Planificado una modificación de estos conocimientos y actitudes a través de la puesta en práctica de una Unidad Didáctica.*
- 3. Evaluado los resultados obtenidos en la Unidad Didáctica diseñada.*

No obstante, en esta investigación nos han surgido múltiples interrogantes y se nos han abierto nuevos horizontes con los que podríamos seguir trabajando, como son:

1. Hemos observado que existe una variable que relaciona la edad con la opinión de gasto de agua, opinamos que ello debe ser motivo para una nueva investigación cuyo objetivo sería estudiar esta hipótesis de que cuanto mayor

es la edad del alumno menos importancia se da al agua que se consume y por ello no es consciente de la que gasta.

2. Otra investigación estaría en la línea de poder obtener mejores resultados que los conseguidos en conceptos y actitudes, bien por aumento del número de actividades, bien por cambio en su concepción o mejora en su propio diseño.
3. Ampliar el horizonte hacia la realización de juegos didácticos, utilizando también el ordenador, y otros recursos educativos por parte del alumnado, evaluando el grado adquisición de conceptos y actitudes.
4. Diseñar una página Web relativa a la problemática del agua en la que para su concepción intervenga el alumnado.
5. Realizar coauditorías por parte del alumnado, en poblaciones pequeñas en las que éste reside, en las que el agua sea el elemento principal.
6. Profundizar en la evaluación de la metodología didáctica por investigación propuesta, en relación con la enseñanza tradicional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMBOLA, I. 1988. The problem of terminology in the study of student conceptions in science. *Science Education*, 72, pp. 175-184.
- ABRIL JANER, M. Y MALUQUER-MARGALEF, J. 1999. *L'aigua. Informació bàsica i recursos educatius*. Societat Balear d'Educació Ambiental. SBEA. Societat Catalana d'Educació Ambiental. SCEA.
- AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LOS ESTADOS UNIDOS. Abril de 2000. *Estándares del Reglamento Nacional Primario de Agua Potable*. Oficina de Agua (4606). EPA 815-F-00-007.
- AGUAS. (Sep. 14, 1990). *Reglamentación técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las potables de consumo público*. RD N° 1.180/1999.
- ALBA- TERCEDOR, J. y SÁNCHEZ- ORTEGA, A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética* 4: 51-56.
- ALI GAGO, I. 2000. *El agua*. Página Web <http://platea.pntic.mec.es/~iali/personal/agua/index.htm>
- ALMENAR, R., BONO, E. y GARCÍA, E. 1998. *La sostenibilidad del desarrollo: El caso Valenciano*. Fundación Bancaixa. Valencia.
- ALONSO SÁNCHEZ, M., GIL PÉREZ, D. Y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. 1996. Evaluar no es calificar. La evaluación y la calificación en una enseñanza constructivista de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 30, 15-26.
- ALONSO, M. 1994. *La evaluación en la enseñanza de la Física como instrumento de aprendizaje*. Tesis doctoral. Universitat de Valencia.

- ALONSO, M., GIL, D., y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. 1992. Concepciones espontáneas de los profesores de ciencias sobre la evaluación. Obstáculos a superar y propuestas de replanteamiento. *Revista de Enseñanza de la Física*, 5 (2), 18-38.
- ALONSO SÁNCHEZ, M., GIL PÉREZ, D., y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. 1995. Concepciones docentes sobre la evaluación en ciencias. *Alambique*, 4, 6-15.
- ALONSO SÁNCHEZ, M., GIL PÉREZ, D., y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. 1996. Evaluar no es calificar. La evaluación y la calificación en una enseñanza constructivista de las Ciencias. *Investigación en la Escuela* n° 30, 15-26. Universidad de Valencia.
- AQUATOX. 2003. *Bioensayo de bulbos de cebolla*. Página web <http://www.aquatox.net/index.cfm?op=ShowNews>
- ARAUJO, J. y CRESPO, J. M. 1999. *La sed del agua*. Caja Madrid obra social. 26 pp.
- ARAUJO, J., CRESPO, J. M. y MARTÍNEZ, J. 1999. *La sed del agua*. Cuaderno del alumno. Caja Madrid obra social. 69 pp.
- ASH, G., BATISSE, M., CANDEL VILA, R., COLAS, R., FENTON, R. S., KUNIN V.N., NACE, R. L. Y WHITE, G. F. 1974. *El agua en la vida*. Promoción Cultural, S.A. Barcelona. 158 pp.
- AUSUBEL, D.P. 1978. *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas: México.
- AZKÁRRAGA, J. M. 2002. *Agenda del medi ambient 2002-2003*. Universitat Politècnica de València. Universitat de València. CAM Joven. Valencia.
- BARBÉ, J. Y BOYER, P. 1995. *¿Qué es la depuración?* Oficina internacional del Agua. Sanejament d'aigües. Generalitat Valenciana.
- BARLOW, M. 2001. *Oro Azul. La crisis mundial del agua y la reificación de los recursos hídricos del planeta*. Página web: <http://www.aguabolivia.org/newcastle/documentos/Maude-ElOroAzul.htm>

- BARLOW, M. y CLARKE, T. 2004. *Oro Azul. Las Multinacionales y el Robo Organizado de Agua en el Mundo*. Ediciones Paidós Ibérica, S.A. Barcelona.
- BARUTELL, A., BERGES, T., CARRIÓN, F., MARTÍNEZ, J. 1988. *Ciencias Naturales 1º Bachillerato*. Ediciones ANAYA, S. A. Madrid.
- BEN-PERETZ, M. 1984. Kelly's theory of personal constructs as a paradigm for investigating teacher thinking. En HALKES, R. y OLSON, J. *Teacher thinking*. Swets & Zeitlinger: Lisse.
- BLANCO, E. Y ARAÚJO, J. 1998. *Bosque de bosques*. Cuaderno del alumno. Caja Madrid.
- BROWN, L. R. 1999. Alimentar a 9.000 millones de personas. En BROWN L. R., FLAVIN C. y FRENCH H. 1999. *La Situación del Mundo*. Ed. Icaria. Barcelona.
- BROWN, L. R. 2000. Els desafiaments del nou segle. En BROWN, L. R., FLAVIN, C. y FRENCH, H. 2000. *L'estat del mon 2000*. Centre UNESCO de Catalunya. Barcelona
- BROWN, L. R., FLAVIN, C. y FRENCH, H. 1999. *La Situación del Mundo*. Ed. Icaria. Barcelona.
- BYBEE, R. W. 1991. Planet Earth in crisis: how should science educators respond? *The American Biology Teacher*, 53 (3), 146-153.
- CABRERA, E., CARLES, J., DOMINGO, J., DOMÍNGUEZ, M., FUERTES, A. M., GARCÍA-SERRA, J., MARCO, J. B., MATEU, J. F., MIRACLE, M. R., MONTÉS, V. LL. ROSSELLÓ, V. M., SAHUQUILLO, A., SANCHIS, C. Y VICENTE, E. 2000. *Aigua i Paisatge. El territori valencià i els recursos hídrics*. Fundació General de la Universitat de Valencia. Valencia. 131 pp.
- CAMPOS, J. P. 2001. La protección del Agua, la importancia de cada molécula y Aprovechamiento agrícola del agua. *Investigación y Ciencia*, abril 2001. Prensa Científica S.A. Barcelona.
- CANALES, M. 2004. *La guerra por el control del agua envasada*. Página web: <http://www.elmundo.es/nuevaeconomia/2004/213/1079360229.html>

- CANO MARTÍNEZ, M. I. 2005. La atención a la diversidad desde propuestas diversas: el tratamiento de la problemática ambiental en la secundaria obligatoria. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*. 44: 35-46.
- CASP, M., BARBERÁ, O., SALVADOR, A. y DE LA GUARDIA, M. 1990. El medio, un punto de vista del que partir para la enseñanza de las ciencias experimentales en el ciclo superior de la E.G.B.: el estudio de la química del agua. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. 4, pp. 3-16.
- CASP, M., SALVADOR, A., IBARRA, C. P. y DE LA GUARDIA, M. 1987. Las ideas de los escolares acerca de la contaminación. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra, pp. 80.
- CATALÁ, J. 2002. *La ineludible presencia de Cloro*. Página Web <http://www.epa.gov/safewater/agua/estandares.html>
- COLOMBO DE CUDMANI, L.; PESA DE DANON, M. Y SALINAS DE SANDOVAL, J. 1986. La realimentación en la evaluación en un curso de laboratorio de Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2), 122-128.
- COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO. 1988. *Nuestro Futuro Común*. Madrid: Alianza.
- CONFERENCIA DE RECTORES DE LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS (CRUE). 2005. *Derechos humanos y Sostenibilidad*. Década por una Educación para la Sostenibilidad. Página Web <http://www.oei.es/decada>
- CONFERENCIA DE TBILISI, 1977. Ver UNESCO, 1997.
- CONSUMER. 2000. *Aguas minerales naturales envasadas*. Página Web <http://revista.consumer.es/web/es/20000901/actualidad/analisis1/3>
- CONSUMER. 2003. *Los españoles beben dos litros de líquidos al día, sobre todo de leche y batidos*. Página Web <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/2003/06/17/62573.php>

- CRISTERNA, M. D. 2000. *La educación ambiental en los temas de Ecología de Secundaria. Análisis de los textos de México y España*. Trabajo de Investigación de Tercer Ciclo. Universidad de Valencia. Valencia.
- DEB. 2001. *Curriculo Nacional do Ensino Básico. Competências Essenciais*. Departamento do Ensino Básico, Ministério da Educação. Lisboa.
- DESBORDES, M., DEUTSH. J. C. Y FRÉROT, A. 1990. El agua en las ciudades. *Mundo científico* 10: 752-759.
- DÍAZ, M. 2001. El Ebro rompe el silencio. *Magazine* (15 de abril de 2001). Barcelona.
- DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL MÉXICO. *¿Cuáles son los principales contaminantes que se encuentran en el agua?* Página Web <http://www.sma.df.gob.mx/sma/ubea/educacion/agua/agua6.htm>
- DIRECTIVA RELATIVA A LA CALIDAD DE LAS AGUAS DESTINADAS AL CONSUMO HUMANO. (Nov. 3, 1998). D. N° 98/83/CE.
- DOMÍNGUEZ, M. 2002. Canvi global. El nostre impacte sobre la Terra. *Mètode*. 34.
- DRIVER, R. 1986. "Psicología Cognoscitiva y Esquemas Conceptuales de los Alumnos". *Enseñanza de las Ciencias*, 4, (1), 3-15
- DRIVER, R., GUESNE, E. y TIBERGHEIN, A. 1996. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Ed. Morata. Madrid.
- DUSCHL, R. 1995. *Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de sus teorías y su desarrollo*. Ed. Narcea. Madrid
- DUSCHL, R. 1997. Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1): 3-14.
- DUSCHL, R. y GITOMER, D. 1991. Epistemological perspectives on conceptual change: implications for educational practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (9): 839-858.

- ECOLOGISTAS EN ACCIÓN. *Incidencia ambiental y social de los trasvases*. Página Web <http://www.nodo50.org/ecologistasclm/documentos/trasvases.htm>.
- EGEVASA (EMPRESA GENERAL VALENCIANA DEL AGUA, S. A.). *¿Cómo funciona una depuradora de aguas residuales?* Diputación de Valencia.
- EHRlich, P. R. y EHRlich, A. H. 1994. *La explosión demográfica. El principal problema ecológico*. Ed. Salvat Editores S.A. Barcelona
- EDWARDS, M. E. 2000. *La atención a la situación del mundo en la Educación Científica*. Trabajo de Investigación de Tercer Ciclo. Universidad de Valencia. Valencia.
- ESCALAS TRAMULLAS, M. T., y LLITJÓ VIZA, A. M. 1990. Estudio de las Aguas de un Medio Natural. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. 4: 19-25.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. 2003. *Un informe de la AEMA pone de relieve una serie de medidas destinadas a fomentar el uso sostenible del agua*. Página Web <http://org.eea.eu.int/documents/newsreleases/waterdemand-es>
- EXPLORATORIUM. 1997. *Constructivism as a Referent for Science Teaching*. Página Web <http://www.exploratorium.edu/IFresources/research/constructivism.html>
- FERNÁNDEZ, J. J. 2000. *Los trabajos prácticos en la enseñanza de la Biología*. Trabajo de Investigación de Tercer Ciclo. Universidad de Valencia. Valencia
- FERNÁNDEZ, M. A. 1996. *Eco-Auditoria Escolar*. Ed. Serv. Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.
- FOLCH, R. 2000. *El paradigma de la sostenibilidad*. Conferencia llevada a cabo en la Universidad de Valencia, 21 de marzo de 2.000.
- FONDO SIERRA PARA LA DEFENSA LEGAL (SIERRA LEGAL DEFENCE FUND). 2001. *The National Sewage Report Card (Number Two)*. Canada.

- FONFRÍA PÉREZ, A., MERINO NAVARRO, C. Y CORELLA RAMÓN, M. 1995. *Visita a la planta potabilizadora de la presa (Manises)*. Consell Metropolità de l'Horta.
- FORMACIÓN Y EDUCACIÓN. AGENCIA INFORMATIVA. 2006. *Alumnos del Tecnológico de Monterrey ganan con proyecto sobre el agua*. <http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Directorio/Default.aspx>.
- FREDETTE, N. y LOCHHEAD, J. 1981. Students conceptions of electric current. *The Physics Teachers*, 18: 194-198.
- FURIÓ, C. J. 1994. Tendencias actuales en la formación del profesorado de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2): 188-189.
- GARCÍA, J. 2002. La auditoría ambiental como instrumento educativo. Una experiencia en la Formación del Prfesorado. *Didáctica de les Ciències Experimentals i Socials*. 16, pp.99-112.
- GARCÍA, J., FERRANDIS, I. y MARTÍNEZ, J. 2001. *¿A dónde va el agua?* Departament de Didáctica de les Ciències Experimentals i Socials. Universidad de València. Valencia.
- GARCÍA, J., MARTÍNEZ, J. y BELENGUER, R. 1998. *Les Séquies del Tribunal de les Aigües*. Unidad didáctica de Educación Ambiental. Ayuntamiento de Valencia. València.
- GARDNER, G. y HALWELL, B. 2000. Alimentar els subalimentats i el sobrealimentats. En BROWN L. R., FLAVIN C. y FRENCH H. *L'estat del mon 2000*. Centre UNESCO de Catalunya Barcelona
- GAVIDIA CATALÁN, V. 1987. *Medio ambiente y adaptaciones*. Ministerio de Educación y Ciencia. Centro nacional de Investigación y Documentación Educativa. 241 pp.
- GAVIDIA CATALÁN, V. 1996. *Análisis de las Concepciones del Profesorado en Educación para la Salud. Diseño, Desarrollo y Evaluación de una Propuesta para*

- su Transformación*. Tesis Doctoral de Tercer Ciclo. Universitat de València. Valencia.
- GAVIDIA CATALÁN, V. 2002. La escuela promotora de salud. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. 16, pp. 83-97.
- GAVIDIA CATALÁN, V. 2005. La escuela promotora de salud y sostenibilidad. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. 18, pp. 65-80.
- GAVIDIA, V. y RODES, M<sup>a</sup>. J. 1999. Las actitudes hacia la Salud. *Alambique*, 22, pp. 87-96.
- GENERALITAT VALENCIANA. 1987. *El medio ambiente en la Comunidad Valenciana*.
- GIL, D. 1987. Los errores conceptuales como origen de un nuevo modelo didáctico: de la búsqueda a la investigación. *Investigación en la Escuela*, 1, pp. 35-41.
- GIL, D., CARRASCOSA, J. 1985. *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Ed. Horsori. Barcelona.
- GIL, D., CARRASCOSA, J. 1985. Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, 7 (3), pp. 231-236.
- GIL, D., CARRASCOSA, J. 1992. Approaching pupils' learning to scientific construction of knowledge. *2ond International Conference on History and Philosophy of Science in Science Teaching Ontario*. Canadá.
- GIL, D., GAVIDIA, V. y VILCHES, A. 1999. *Visiones de los profesores de ciencias sobre las problemáticas a las que la comunidad científica y la sociedad deberían prestar una atención prioritaria*. Enseñanza de las Ciencias Experimentales y Sociales, 13, pp. 81-97.
- GIL, D., GAVIDIA, V. y FURIÓ, C. 1997. *Problemáticas a las que la comunidad científica y la sociedad en general habrían de prestar una atención prioritaria*. En ROSÚA et al. (eds), Universidad y sociedad para un futuro sostenible. Libro de Comunicaciones II Congreso Internacional de Universidades por el Desarrollo Sostenible y el Medio Ambiente. Granada. 11-14 diciembre de 1997. (9, 53, 278).

- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MTNEZ-TORREGROSA, J. 1991. Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, 7(3), pp. 231-236.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ C. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. 1991. *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Horsori-ICE de la Universidad de Barcelona.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., DUMAS-CARRÉ, A., FURIO, C., GALLEGO, R., GENÉ, A., GONZÁLEZ, E., GUISÁOSLA, J., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., PESSOA, A. M., SALINAS, J., TRICÁRICO, H y VALDÉS, P. 1999. ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las Ciencias*. 17 (3), pp. 503-512.
- GIL, D., VALDÉS, P., FURIO, C., CARRASCOSA, J., COLADO, J., MIERES, J., GALLEGO, R., GENÉ, A., GONZÁLEZ, E., GUISÁOSLA, J., MARTÍNEZ-ASENSIO, E., FRAGA, J. M., PERDOMO, J. M. y VALDÉS, R. 1996. *Temas escogidos de la didáctica de la Física*. Pueblo y Educación. La Habana (Cuba).
- GIL, D., VILCHES, A., ASTABURUAGA, R. y EDWARDS, M. 1999. La atención a la situación del mundo en la educación de los futuros ciudadanos y ciudadanas. *Investigación en la Escuela*, 40, pp.39-56.
- GIL, D., VILCHES, A. y GONZÁLEZ, M. 2002. Otro mundo es posible: de la emergencia planetaria a la sociedad sostenible. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. 16, pp. 57-81.
- GIL PÉREZ, D., GAVIDIA CATALÁN, V., VILCHES PEÑA, A. Y EDWARDS, M. 1999. Visiones de los profesores de ciencias sobre las problemáticas a las que la comunidad científica y la sociedad deberían prestar una atención prioritaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. 13, pp. 81-97.
- GIORDAN, A. y SOUCHON, C. 1995. *La Educación Ambiental: Guía Práctica*. Sevilla. Diada Editora.
- GIRARDET, H. 2001. *Creando ciudades sostenibles*. Ediciones Tilde. Valencia. 112 pp.

- GÓMEZ, J., MANSERGAS, J. Y GINER, M. 1996. *Ahorro agua*. (Cuaderno de Trabajo). Generalitat Valenciana Conselleria de Sanitat i Consum. Direcció General de Consum. Comisión Europea. Dirección General XXIV. Valencia. 50 pp.
- GÓMEZ, J., MANSERGAS, J. Y GINER, M. 1996. *Ahorro agua*. (Guía Didáctica). Generalitat Valenciana Conselleria de Sanitat i Consum. Direcció General de Consum. Comisión Europea. Dirección General XXIV. Valencia. 36 pp.
- GONZÁLEZ DE LA BARRERA, L. G. 2003. *Las Prácticas de Laboratorio de Química en la Enseñanza Universitaria. Análisis Crítico y Propuesta de Mejora Basada en la Enseñanza-Aprendizaje por Investigación Orientada*. Tesis Doctoral de Tercer Ciclo. Universitat de València. Valencia.
- GREENPEACE. 2005. <http://www.greenpeace.org/espana/press/releases/los-jefes-de-estado-de-la-uni>
- HERNÁNDEZ, R. 2005. *La presencia de gusanos en el agua obliga a abastecer Quesada con cisternas. Un grupo de técnicos investiga el origen de la contaminación de la red de suministro*. Periódico EL PAÍS digital.
- HEWSON, P. 1993. El cambio conceptual en la enseñanza de las ciencias y la formación de profesores. En PALACIOS, C. y otros. *Diez años de investigación e innovación en la enseñanza*. CIDE: Madrid.
- HODSON, D. 1986. The nature of scientific observation. *School Science Review*, 68, pp. 17-29.
- HODSON, D. 1992. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14 (5), pp. 541-562.
- INFORME DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DESARROLLO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL MUNDO. 2003. *Agua para Todos, Agua para la Vida*. (Versión española del UN WWDR). Ediciones Mundi-Prensa ([www.mundiprensa.com](http://www.mundiprensa.com)) y Ediciones UNESCO ([www.unesco.org/publishing](http://www.unesco.org/publishing)).

- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA DE ESPAÑA. 2005. *Siete meses de extrema sequía*. <http://www.inm.es/web/izq/noticias/meteonoti/20050401.html>
- JAÉN, M. 2004. Una propuesta didáctica para el estudio del agua: El agua en nuestras vidas. *Perspectivas para las Ciencias en la Educación Primaria*. Ministerio de Educación y Ciencia.
- KOLKWITZ, R, y MARSSON, M. 1902. Grundsartze fur die biologische beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. *Mitt. a. d. Kgl. Prufungsanst. f. Wasserversory v. Abwasserbeseitigung zu Berlin*, 1, pp. 33-72.
- KOLKWITZ, R, y MARSSON, M. 1908. Okologie der Pflanzlichen Saprobien. *Ber. Dt. Botan. Ges.*, 261, pp. 505-519.
- KOLKWITZ, R, y MARSSON, M. 1909. Okologie der tierischen Saprobien. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, 2, pp. 125-152.
- JOHNS HOPKINS SCHOOL OF PUBLIC HEALTH. 1998. *Otra dimensión: La salud*. Página Web <http://www.jhuccp.org/pr/prs/sm14/top>
- LACROIX, G. 1992. *Lagos y ríos medios vivos*. Plural Ediciones, S.A. Barcelona. 255 pp.
- LANG, C. y REYMOND, O. 1994. Qualité biologique des rivières vaudoises indiquée par la diversité du zoobenthos : campagne 1991-1993. *Revue suisse de Zoologie*, 101 (4), pp. 911-917.
- LIBRO BLANCO DEL AGUA EN ESPAÑA. 2000. Centro de Publicaciones Secretaría general Técnica. Ministerio de Medio Ambiente.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, C. 2001. *La Enseñanza-Aprendizaje de la Problemática del Agua en la Enseñanza Secundaria. Visiones del Alumnado sobre su Gestión y relación con el Desarrollo Sostenible*. Trabajo de Investigación de Tercer Ciclo. Universidad de Valencia. Valencia.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, C., RUEDA SEVILLA, J. Y EDWARDS SCHACHTER, M. 2003. *Formación Básica de Personas Adultas. Graduado en Educación Secundaria. Naturaleza, Ecología y Salud*. Generalitat Valenciana Conselleria de

Cultura i Educació. Direcció General d'Ordenació i Innovació Educativa i Política Lingüística. València. 398 pp.

LORBASCH, A. Y KENNETH T. 1992. *Constructivism as a Referent for Science Teaching*. Página Web [http:// www.exploratorium.edu/ifi/resources/research/constructivism.html](http://www.exploratorium.edu/ifi/resources/research/constructivism.html)

MAPAS DE CONSULTA ÀREA METROPOLITANA DE L'HORTA. Página Web <http://www.gva.es/cmh/mapas/mapas.htm>

MARDONES, I. G., 2000. Un 8% de las aguas que se tratan para beber están contaminadas. Periódico EL PAÍS, sábado 11 de noviembre.

MARGALEF, R. (1955). Los organismos indicadores en la Limnología. *Biología de las aguas continentales*. 12. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid. 300 pp.

MARGALEF, R. 1974. *Ecología*. Omega, Barcelona.

MARGALEF, R. (1983). *Limnología*. Omega, S.A., Barcelona. 1010 pp.

MÁRQUEZ, C., IZQUIERDO, M. y ESPINET, M. 2006. Multimodal Science Teachers' Discourse in Modeling the Water Cycle. *Science Education*. 90. pp. 202-226.

MÁRQUEZ, C., IZQUIERDO, M. y ESPINET, M. 2003. Comunicación Multimodal en la Clase de Ciencias: El Ciclo del Agua. *Enseñanza de las Ciencias*. 21 (3). pp. 371-386.

MAYOR ZARAGOZA, F. (2000). *Un mundo nuevo*. Círculo de lectores. Barcelona. Primer párrafo de la página 195 del libro.

LEZAMA, L. 2005. *Reducir el consumo de agua*. Página web: [www.infoecologia.com](http://www.infoecologia.com).

MARTÍNEZ, N. 2001. Ramón Llamas. El sabio del agua. *Revista Newton n° 35, marzo de 2001*. pp. 28-32.

- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2003. *Recursos hídricos*. Página Web: [http://www1.mma.es/wlboletinhidrologico/accion/cargador\\_pantalla.htm?screen\\_codigo=60050&bh\\_number=39&bh\\_year=2003&bh\\_emb\\_tipo=2](http://www1.mma.es/wlboletinhidrologico/accion/cargador_pantalla.htm?screen_codigo=60050&bh_number=39&bh_year=2003&bh_emb_tipo=2)
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2005. *Cuenca piloto del Júcar*. Ministerio de Medio Ambiente, Confederación Hidrográfica del Júcar. Página Web: <http://www.chj.es/cpj3>
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2005. *Cuenca piloto del Júcar. Descripción de la Cuenca*. Ministerio de Medio Ambiente, Confederación Hidrográfica del Júcar. Página Web: <http://www.chj.es/cpj3/CUENCA/contenido.htm>
- MILIARIUM AUREUM, S.L. 2003. *El agua en España*. Página Web: [http://www.miliarium.com/Monografias/PHN/Situacion\\_Espana.asp](http://www.miliarium.com/Monografias/PHN/Situacion_Espana.asp). Madrid.
- MIRACLE, M. R. 1998. *Consideraciones y casos en torno al ciclo del agua. Ciudades para un futuro más sostenible*. Página Web <http://habitat.aq.upm.es/cs/p3/a018.html>
- MORGAN, M. 1995. *Las voces del desierto*. Ediciones B. S. A. Barcelona
- MARTÍNEZ, F. J. 1996. *Agua y paisaje. Naturaleza, cultura y desarrollo*. Multimedia Ambiental Sociedad Limitada.
- MONTAMARTA PRIETO, G. y ORTEGA GÓMEZ, L., 1994. *Ciencias de la Naturaleza. Biología-Geología*. Segundo Ciclo de la ESO. Ed. Editex S. A. Madrid.
- MOREIRA, M. A. y D. P. NOVAK 1988. *Investigación en la enseñanza de las ciencias en la universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordajes metodológicos*. Enseñanza de las Ciencias, 6 (1), pp. 3-18.
- MORENO, E. 2000. *Conceptualizaciones de Educación Ambiental en los profesores de Secundaria en Formación*. Trabajo de Investigación de Tercer Ciclo. Universidad de Valencia. Valencia.
- NIXON, S. C., LACK, T. J. Y HUNT, D. T. E. 2000. *¿Es sostenible el uso del agua en Europa? Situación, perspectivas y problemas*. Agencia Europea del Medio

Ambiente. Luxemburgo. Página Web [http://reports.eea.eu.int/water\\_assmnt07/es/water\\_assmnt07es.pdf](http://reports.eea.eu.int/water_assmnt07/es/water_assmnt07es.pdf)

OBSERVATORI DE LA COMUNICACIÓ CIENTÍFICA. 2006. “*Aguarium*”, *proyecto de divulgación sobre el Agua a través de Internet*. <http://www.upf.es/occ/aiguariu/cast/portada/queese.htm>

ODUM, E. P. 1972. *Ecología*. Nueva editorial Interamericana, S. A. de C. V. México. 639 pp.

OEI. 2005. *Nueva cultura del Agua*. Década por una educación para la sostenibilidad. Página web <http://oeies.servidorprivado.com/decada/accion000.htm>

O.N.U. 2003. *2003 Año Internacional del Agua Dulce*. Página Web <http://www.un.org/spanish/events/water/>

ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL/ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. 1997. *¿Hay suficiente agua en el mundo?* Página Web [http://www.unesco.org/science/waterday2000/WMO-No.857\\_S.pdf](http://www.unesco.org/science/waterday2000/WMO-No.857_S.pdf)

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 1989. *Directrices Sanitarias sobre el Uso de Aguas Residuales en Agricultura y Acuicultura*. Serie de informes técnicos 778. Ginebra, Suiza.

PAIXÃO, M. de F. 2005. Devolver a la naturaleza el agua que utilizamos en la ciudad. Una propuesta de enseñanza contextualizada en el entorno del alumnado. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 46, pp. 60-67.

PAULIN, S., PONCE, A., REY, O. y SAUTO, M. 1997. Agua para todos. *Súper Júnio. Bayard Revistas*. 31, pp. 18-33.

PERALES PALACIOS, F. J., y OJEDA BARCELÓ, F. 1990. Los programas colaborativos internacionales a través de Internet como recurso didáctico para la educación ambiental. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. 4, pp. 57-62.

- PNUMA/ORPALC. 1995-2003. *Día Mundial del Medio Ambiente*. Junio 5 2003.  
Página Web <http://www.rolac.unep.mx/dmma2003/>
- POSNER, G.J., STRIKE, K.A. et al. 1982. Accommodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), pp. 211-217.
- POZO, J. I. 1989. *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Ed. Morata. Madrid.
- PRAT, N., 1997. Agua y desarrollo sostenible: la cuadratura del círculo. *Naturzale*, 12, pp. 37-47.
- PRATS RICO, D. 2001. Conceptos generales sobre reutilización. Calidad del Agua y usos posibles. Conferencia Internacional “*El plan hidrológico nacional y la gestión sostenible del agua. Aspectos medioambientales, reutilización y desalación*”.  
Página Web <http://circe.cps.unizar.es/spanish/waterweb/ponen/prats.pdf>
- REPETTO JIMÉNEZ, E., y MATO CARRODEGUAS, M. C. 1999. *Propuesta didáctica para un aprendizaje significativo. El AGUA, una sustancia diferente e indispensable*. Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria.
- RICO, A Y OLCINA, J. 2002. “*Los expertos reclaman la reutilización del 80% del agua para no seguir sobreexplotando los acuíferos valencianos*”. Página Web: <http://www.uji.es/com/revista/200207/18/13734.pdf>
- RODES, M. J. 1995. *Conceptos, actitudes y hábitos de salud en niños y niñas de 12 años: un estudio desde el marco de la Psicología cognitiva-sociocultural*. Trabajo de Investigación de Tercer Ciclo. Universidad de Valencia. Valencia.
- ROKEACH, M. 1974. Actitudes. En *Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales*. (Aguilar. Madrid).
- RUEDA SEVILLA, J. 1997. *Biodiversidad, Calidad Biológica y Caracterización de las Aguas del Río Magro (NW de Valencia)*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Valencia.

- RUEDA, J. y LÓPEZ, C. 2003. Valoración de la Calidad Biológica de los Ríos. Claves de identificación para la Enseñanza Secundaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. 17, pp. 107-123.
- RUZ, J. 2005. *La presencia de un herbicida deja sin agua a 200.000 cordobeses. Salud prohíbe el consumo en 26 municipios, pero mantiene el abastecimiento para usos domésticos como el aseo personal*. Periódico digital: Huelva información S. A.
- SANMARTÍ, N. y JORBA, J. 1995. Autorregulación de los procesos de aprendizaje y construcción de conocimientos. *Alambique*, 4, pp. 4-22.
- SANMARTÍ, N. y TARÍN, R. 1999. Valores y actitudes ¿se puede aprender ciencias sin ellos?. *Alambique*, 22, pp. 55-65.
- SALLERAS, L. 1985. *Educación Sanitaria, Principios, Métodos, Aplicaciones*. (Díaz de Santos. Madrid-Barcelona).
- SCHOEN. 1992. Communication and Motivation for Behaviour Change Fuente: IUCN, The World Conservation Union, 1993.
- SEATTLE, N. 1854. Discurso del jefe Seattle. Página Web <http://www.abacq.net/seattle/fin2.htm>
- SHUELL, T.J. 1987. Cognitive psychology and conceptual change: implications for teaching science. *Science Education*, 71 (2), 239-250.
- SMITH R. L. y SMITH. T. M. 2001. *Ecología*. 4ª Edición. Pearson Educación, S. A. Madrid.
- SOREN, B. 2000. *Modelos de Educación Ambiental*. EcoNet21.org. Viceconsejería de Educación. Principado de Asturias.
- TAPIAS, D. 2002. El cicle de l'aigua. Monogràfics de la sèrie "Conèixer el Riu". 27 pp. Associació hàbitats- Projecte Rius.
- TYLER, G. 1994. *Ecología y Medio Ambiente*. Iberoamericana. México.
- SAHUQUILLO, A. 2001. "Hay un riesgo elevado de que el agua del Ebro salga muy cara". Periódico *El País* domingo 4 de febrero de 2001.

- UNESCO. 1979. *Carte de la repartition mondiale des régions arides*. Paris.
- UNESCO. 1997. *Educación para un Futuro Sostenible: Una Visión Transdisciplinaria para una Acción Concertada*. EPD-97/CONF.401/CLD.1.
- UNESCO. 2003. *2003 Año Internacional del Agua*. Página Web [http://www.wateryear2003.org/es/ev.php@URL\\_ID=1607&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://www.wateryear2003.org/es/ev.php@URL_ID=1607&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)
- UNESCO. 2003. *Water. Mensaje del Director General de la UNESCO, Federico Mayor Zaragoza, con motivo del Día Mundial del Agua (22 de marzo de 2002)* Página Web [http://www.unesco.org/water/water\\_celebrations/unesco\\_dg\\_message\\_es.shtml](http://www.unesco.org/water/water_celebrations/unesco_dg_message_es.shtml)
- UNESCO – PNUMA. 1994. *Tendencias de la educación ambiental a partir de la Conferencia de Tbilisi*. Los libros de la catarata. Bilbao.
- UNIVERSIDAD PONTIFICIA CATÓLICA DE CHILE. *Estructura del agua*. Página Web <http://www.puc.cl/quimica/agua/estructura.htm>
- URI SHAMIR. 1998. Ciencia y gestión del agua. En *Informe Mundial sobre la Ciencia*. Santillana – Ediciones UNESCO.
- U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 2005. *Estándares del Reglamento Nacional Primario de Agua Potable*. Página Web <http://www.epa.gov/safewater/agua/estandares.html>
- VEGA MARCOTE, P. 2005. *La educación ambiental en la formación inicial del profesorado. Análisis de un modelo didáctico para el desarrollo de la competencia en la acción a favor del medio*. Tesis Doctoral de Tercer Ciclo. Universidade da Coruña. La Coruña.
- VERCHER, A. 1998. Derechos humanos y medio ambiente. *Claves de Razón práctica*, 84, 14-21.
- VIENNOT, L. *Spontaneous reasoning in elementary dynamics*. European Journal of Science Education, 1 (2), pp. 205-234. 1977.

- VILCHES, A. & GIL, D. 2003. *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Cambridge University Presss - OEI. Madrid. Capítulo 15; 275 pp.
- VILLANUEVA, C. M., KOGEVINAS, M. y GRIMALT, J.O. 2001. Cloración del agua potable en España y cáncer de vejiga. *Gac Sanit*, 15 (1), pp. 48-53.
- VILLIERS, M. 2001. *Agua. El destino de nuestra fuente de vida más preciada*. Atalaya. Barcelona. 474 pp.
- WATERAID. WATER FOR LIFE. Página Web [http://www.wateraid.org.uk/site/en\\_espanol/740.asp](http://www.wateraid.org.uk/site/en_espanol/740.asp)
- WORLDWATCH INSTITUTE, 2000. Ver BROWN L. C., FLAVIN C. y FRENCH H., 2000.
- WWF/ADENA. 2003. Conservación de las aguas Continentales. Página Web [http://www.wwf.es/aguas\\_politica\\_informe.php](http://www.wwf.es/aguas_politica_informe.php)
- ZYSMAN, A. 2001. Agua, pura agua. Página Web <http://www.experimentar.gov.ar/newexperi/NOTAS/planetatierra/bioensayo.htm>, página principal <http://www.aquatox.net>

# ANEXOS

# ANEXO I

## UNIDAD DIDÁCTICA



Cursos: 2002 - 2003  
2003 - 2004

# ÍNDICE DE "¡AGUA!"

	<u>Página</u>
<b>0. Introducción</b> .....	215
Preguntas de introducción y presentación del trabajo .....	218
A. 0. ¿Cómo es nuestro paisaje ideal?.....	219
<b>1. Características del agua</b> .....	221
A. 1. ¿Por qué a temperatura ambiente el agua no es un gas? .....	221
A. 2. ¿Qué pasaría si el hielo pesara más que el agua líquida? .....	224
A. 3. El mejor disolvente conocido. ....	225
A. 4. El calor específico del agua y el calor de vaporización .....	225
A. 5. Cambios de estado del agua .....	226
A-P. 1. Variación de la densidad del agua con respecto a su concentración de sales .....	228
A-P. 2. Variación de la densidad del agua con respecto a la temperatura .....	230
<b>2. Distribución del agua en la Tierra</b> .....	231
A. 6. El planeta agua .....	231
R. A. 6. Distribución del agua en la Tierra .....	233
A. 7. Comparando los diferentes reservorios de agua.....	234
A. 8. Los seres vivos son casi agua .....	236
A. 9. ¿Por qué es necesaria el agua para las personas? .....	238
A. 10. Dependencia humana del agua a lo largo de la historia .....	240
A. 11. ¿Cómo se recicla el agua dulce? El ciclo natural del agua.....	242
R-1. A. 11. Algunos interrogantes del ciclo natural del agua .....	244
R-2. A. 11. Completando un esquema del ciclo natural del agua .....	347
A. 12. Factores que influyen en el balance hídrico de una región. Cálculo del balance hídrico de una provincia .....	248
A. 13. Importancia de los bosques para la existencia de agua .....	250

	<u>Página</u>
A. 14. Los humedales y su importancia ecológica.....	253
A. A. 1. ¿Todos los seres vivos pueden adaptarse a vivir con escasez de agua? .....	255
A. A. 2. 2003 año internacional del agua dulce .....	259
A. A. 3. Al disfrutar del agua favorecemos nuestra salud.....	260
A-P. 3. Montaje para la observación del ciclo natural del agua.....	263
<b>3. ¿Cómo gestionamos el agua?.....</b>	<b>267</b>
A. 15. El ciclo integral del agua .....	267
A. 16. Influencia de los vertidos en los cursos fluviales .....	269
A. 17. Funcionamiento de una potabilizadora.....	271
A. 18. Limpiar lo que ensuciamos. Las depuradoras .....	273
A. 19. La importancia de las depuradoras y potabilizadoras .....	276
A. A. 4. Afianzando el ciclo integral del agua .....	279
A. A. 5. Tratamientos de depuración complementarios .....	280
A. A. 6. Visita a una planta potabilizadora o depuradora .....	283
A-P. 4. Práctica de laboratorio: Autodepuración del agua.....	289
A-P. 5. Elección y situación de los puntos de muestreo .....	295
A-P. 6. Valoración de la calidad del agua de un río mediante el uso de bioindicadores ....	299
A-P. 7. Determinación e interpretación de los parámetros físico- químicos.....	304
A-P. 8. Elaboración de un informe acerca de la calidad del agua de un tramo de un río ...	313
<b>4. ¿Usamos y consumimos el agua dulce según un desarrollo sostenible? .....</b>	<b>315</b>
A. 20. Consumo del agua dulce según un desarrollo sostenible .....	315
A. 21. Principios básicos del desarrollo sostenible en el consumo del agua dulce.....	317
A. 22. La distribución del agua .....	318
A. 23. Problemas por la escasez o la baja calidad del agua .....	321
A. 24. La escasez y el mal estado del agua son causa de enfermedades para las personas	324
A. 25. Principales problemas mundiales a causa de la escasez o del mal uso del agua.....	328

	<u>Página</u>
A. A. 7. Los trasvases de agua. Juego de Rol .....	331
<b>5. ¿Qué debemos hacer para consumir agua según un desarrollo sostenible? .....</b>	<b>335</b>
A. 26. Conductas para un uso y consumo de agua según un desarrollo sostenible.....	336
A. 27. El recibo del agua .....	342
A. 28. La calidad del agua potable .....	345
A. 29. ¿Qué ensucia y contamina el agua?.....	350
A. 30. Realizando una investigación acerca del consumo de agua potable .....	355
A. 31. El agua dulce puede acabarse. ¿Qué podemos hacer?.....	358
A. 32. Relacionando conceptos .....	359
A. A. 8. Diseño y realización de un juego que contemple algunos conceptos de los tratados en esta unidad .....	361
A. A. 9. Elaboración de la carta del agua 2003 de nuestro Centro .....	366
<b>Actividades autoevaluación .....</b>	<b>371</b>
<b>Respuestas a las actividades de autoevaluación .....</b>	<b>373</b>
<b>Actividades de evaluación .....</b>	<b>373</b>
<b>Anexo I. Clave de identificación de los invertebrados acuáticos y sus bioindicadores .....</b>	<b>377</b>
<b>Anexo II. Macroinvertebrados acuáticos.....</b>	<b>386</b>
<b>Anexo III. Bioindicadores .....</b>	<b>389</b>
<b>Anexo IV. Estado de salud del río. (Fichas para valorar la calidad del agua del río) .....</b>	<b>403</b>



Nuestro transcurso por la vida es semejante al del explorador que atraviesa un desierto: siempre vamos buscando el elemento más preciado: **¡¡el agua!!**

El agua es el mejor de nuestros tesoros, nuestra supervivencia depende del modo en que lo valoremos y respetemos. Hay pueblos que han sido muy respetuosos con el agua y el medio ambiente, un ejemplo lo tenemos en este fragmento de la carta que EL GRAN JEFE INDIO NOAH SEATTLE envió en 1854 al GRAN JEFE BLANCO DE WASHINGTON FRANKLIN PIERCE, (Presidente de los Estados Unidos de Norteamérica), en respuesta a la oferta de éste para comprarle una gran extensión de tierras y crear una reserva para el pueblo indígena.

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

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

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

*Los ríos son nuestros hermanos y sacian nuestra sed; son portadores de nuestras canoas y alimentan a nuestros hijos. Si les vendemos nuestras tierras ustedes deben recordar y enseñarles a sus hijos que los ríos son nuestros hermanos y también lo son suyos y por lo tanto deben tratarlos con la misma dulzura con que se trata a un hermano.*

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

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

De la lectura de esta carta podemos obtener importantísimas ideas que si fuésemos consecuentes con ellas, cambiaríamos nuestro estilo de vida. Nadie mejor que el Gran Jefe Indio ha vaticinado nuestra autodestrucción, y lo hizo cuando la sobreexplotación de recursos no era la que es hoy y nada tenía que ver la contaminación de las aguas con la que hoy tenemos. Nuestra sociedad tiene unas prácticas insostenibles y estamos sufriendo de lleno sus efectos. Deberíamos aprender de los “salvajes”, que saben valorar el medio ambiente y en concreto el agua.

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

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



Fuente: <http://www.dedigitalerevolutie.nl/ezine/ezine188.htm>

En nuestros hogares cuanto mayor es el confort en el que vivimos mayor gasto de agua que realizamos. ¿Dónde va a parar el agua que

hemos usado? ¿Se puede limpiar el agua que ensuciamos? ¿Cómo? ¿De dónde viene el agua que llega al grifo de nuestra casa? ¿Disponemos de una cantidad ilimitada de agua? Ciertamente no debemos gastar toda el agua que queramos, pues consumimos más que la que se repone con las lluvias y los acuíferos se encuentran cada vez más contaminados.

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

## **PREGUNTAS DE INTRODUCCIÓN**

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

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

Nuestro motivo de estudio es el de profundizar en todas estas cuestiones surgidas en el debate. Para ello te proponemos, a título de hipótesis, reflexionar sobre los siguientes grandes apartados de nuestro trabajo:

- 1. ¿CUÁLES SON LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGUA?** En él estudiaremos las características que tiene el agua que la hacen imprescindible para la vida.
- 2. DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA TIERRA** Donde se estudia su localización y nuestra dependencia del agua y de los demás seres vivos.

**3. ¿CÓMO GESTIONAMOS EL AGUA?** Estudiaremos el itinerario que sigue el agua hasta llegar a nuestras casas y el que realiza una vez la hemos usado y tiramos por el desagüe. Esto es, los procesos de potabilización y depuración que se llevan a cabo para limpiar el agua. Investigaremos la relación que hay entre la calidad y el precio del agua potable de diversas ciudades, así como los tipos de aguas envasadas. Verificaremos la calidad del agua en algún río de nuestra comunidad.

**4. ¿USAMOS Y CONSUMIMOS EL AGUA SEGÚN UN DESARROLLO SOSTENIBLE?** Estudiaremos en este apartado lo que significa desarrollo sostenible, así como los problemas derivados de un uso y consumo inadecuados del agua. Valoraremos si el uso que se le está dando a ésta puede ser considerado como sostenible.

**5. ¿QUÉ DEBEMOS HACER PARA CONSUMIR AGUA SEGÚN UN DESARROLLO SOSTENIBLE?** Terminaremos reflexionando sobre qué podemos hacer cada uno de nosotros. Es fundamental que se use y consuma el agua de manera solidaria, pues de lo contrario hipotecaremos la vida de las siguientes generaciones. Se trata de estar o no vivo. ¡El agua es la vida!

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

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

Antes de comenzar con los cinco bloques que te hemos presentado, te proponemos que realices esta actividad, ya que los sentimientos y sensaciones que tenemos frente a determinados estímulos pueden servirnos de guía en nuestros comportamientos mostrándonos qué es lo que debemos

pretender. Es decir, si nos molesta un medio ambiente sucio y lleno de residuos, tendremos que esforzarnos para que se mantenga limpio haciendo todo lo que esté en nuestras manos para conseguirlo, que puede ser mucho.

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

*A.0. Comentario para el profesorado: Pretendemos que el alumnado constate que el agua siempre aparece en sus imágenes de ambientes bonitos, agradables e ilusionantes. Otra variante de esta actividad podría consistir en suministrar al alumnado una serie de fotos de diferentes paisajes, y solicitarles que las ordenen según la sensación de vida que les invada cuando las observen, o bien según sus gustos. Lo normal es que sitúen en primer lugar paisajes estrictamente naturales, en los que aparece el agua y el sol o incluso la luna reflejándose en el mar, un lago o un río. Las que sitúan al final son las que representan zonas urbanas, artificiales sin seres vivos, o sólo con personas. Si hemos suministrado fotos de basureros, aguas sucias, residuos intercalados, incluso en un paisaje natural, esas también quedarán en los últimos puestos. Otra variante, podría ser solicitarles que traigan de casa fotos de paisajes para elaborar con ellas un panel que al visualizarlo produzca diferentes sensaciones. Luego se les puede hacer reflexionar sobre cómo son las fotos que han elegido, los elementos que las componen y la presencia de agua. O bien puede preguntárseles por qué han seleccionado esas fotos, que han visto en ellas que las ha hecho merecedoras de estar en el panel.*



## 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

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

El agua es un líquido incoloro inodoro e insípido, es el disolvente universal, se solidifica por el frío y se evapora por el calor. Resulta de la combinación de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. En ella se desarrolla la vida y además es el componente mayoritario, más frecuente y esencial de todos los seres vivos que habitamos nuestro planeta.

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

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

<i>PRESIÓN</i>	<i>TEMPERATURA</i>	<i>ESTADO</i>
760 mm = 1 atmósfera	< 0° C	sólido 
760 mm = 1 atmósfera	entre 0 y 100° C	líquido 
760 mm = 1 atmósfera	> de 100° C	gaseoso 

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

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

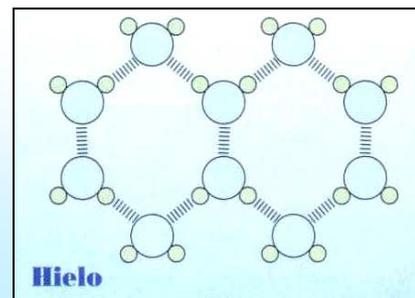
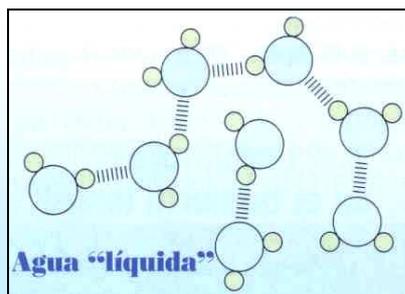
Por ello se dan interacciones dipolo-dipolo entre las propias moléculas de agua, formándose enlaces por puentes de hidrógeno, la carga parcial negativa del oxígeno de una molécula ejerce atracción electrostática sobre las cargas parciales positivas de los átomos de hidrógeno de otras moléculas adyacentes. (Puedes observar una animación en la que se forma un puente de Hidrógeno entre dos moléculas de agua en <http://www.um.es/~molecula/pdeh.htm>).

Las moléculas de agua son dipolos. Entre ellas se establecen fuerzas de atracción que originan grupos de 3, 4 y hasta poco más de 9 moléculas. Con ello se consiguen pesos moleculares elevados y el agua se comporta como un líquido. Estas agrupaciones duran fracciones de segundo, lo cual infiere al agua todas sus propiedades de fluido, entre otras una elevada fuerza de cohesión que mantiene a las moléculas tan unidas que el líquido es casi incompresible, por ello el agua funciona en algunos animales como un esqueleto hidrostático y lo mismo ocurre en muchas plantas.

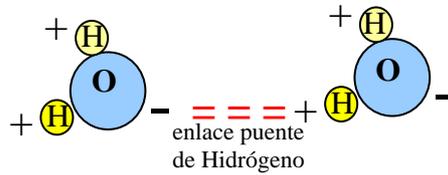
- a) **Identifica en el dibujo esquemático: los átomos de hidrógeno, los de oxígeno, el polo negativo de cada molécula de agua, el positivo y el puente de hidrógeno establecido entre las moléculas.**



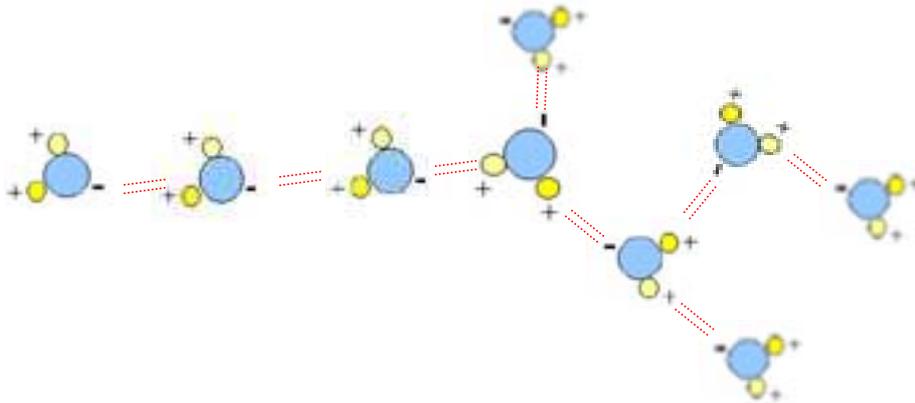
- b) **Dibuja un polímero con nueve moléculas de agua.**
- c) **Observa los esquemas de “El agua en todos sus estados” que te facilitamos. Hay algunos errores en la disposición de las moléculas de agua, indica cuáles son.**



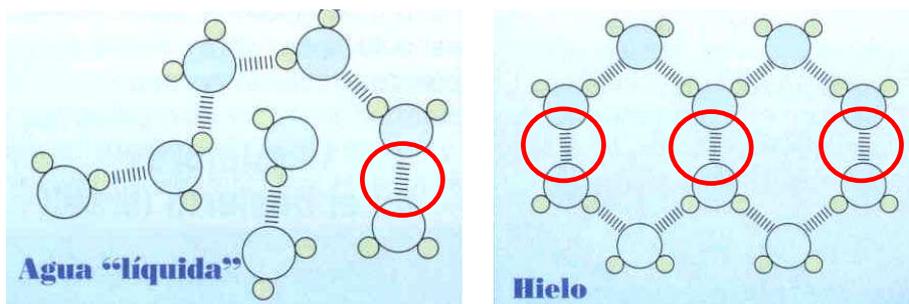
**A.1. Comentario para el profesorado:** a) La identificación es obvia, los círculos amarillos son átomos de hidrógeno (H) y los azules son de oxígeno (O), el polo de los círculos amarillos es el positivo y el del azul el negativo, el puente de hidrógeno está representado por el conjunto de trazos discontinuos paralelos de color rojo.



b) Si ha comprendido bien la estructura, el alumnado no tendrá dificultades en realizar el dibujo, se adjunta a continuación una posible respuesta.



c) Se encuentran uniones entre los polos negativos de dos moléculas (señalados con un círculo rojo), esto lo podemos observar en el puente de Hidrógeno formado entre las dos moléculas de la derecha, en el esquema que corresponde a agua líquida, y también en las uniones de las moléculas centrales de la estructura que corresponde al hielo.



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

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

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

**¿Qué pasaría en un lago que se encontrase en un lugar muy frío, por debajo de  $0^\circ \text{C}$ ., si la mayor densidad la tuviese el agua a  $0^\circ \text{C}$ ., en lugar de tenerla a  $4^\circ \text{C}$ ? ¿Qué relación podría tener este hecho con la supervivencia de las especies?**

*A.2. Comentario para el profesorado: Si la mayor densidad la tuviese el agua cuando su temperatura fuese de  $0^\circ \text{C}$ , se congelarían las aguas superficiales y se hundirían, a continuación se congelarían las que hubiesen quedado en la superficie y se hundirían de nuevo, así se repetiría el proceso hasta que quedase completamente congelado todo el lago. Este hecho impediría la vida en el seno del agua de lagos, ríos, etc. Pero gracias a que la mayor densidad la tiene el agua a  $4^\circ \text{C}$ . incluso en los polos puede seguir existiendo vida, ya que se congela la parte superficial de las aguas y al ser el hielo menos denso y por tanto más ligero que el agua líquida, queda en la superficie haciendo de aislante térmico y permitiendo que el resto permanezca en estado líquido posibilitando el desarrollo de la vida en su seno.*

### A. 3. EL MEJOR DISOLVENTE CONOCIDO

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

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

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

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

*A.3. Comentario para el profesorado: La composición mineralógica depende de las sales que tenga disueltas el agua, que a su vez depende del tipo de terrenos por los que pasa el agua de lluvia, infiltrada o no, hasta llegar al manantial. La respuesta es la misma para la composición del agua de los ríos, pues hay que pensar que el agua generalmente procede de las precipitaciones y en algunas épocas del año de la fusión de los hielos de las altas cumbres.*

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

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

El calor de vaporización del agua es de  $540 \text{ cal/g}$ , lo que significa que 1 g de agua, consume 540 calorías para pasar del estado líquido al gaseoso.

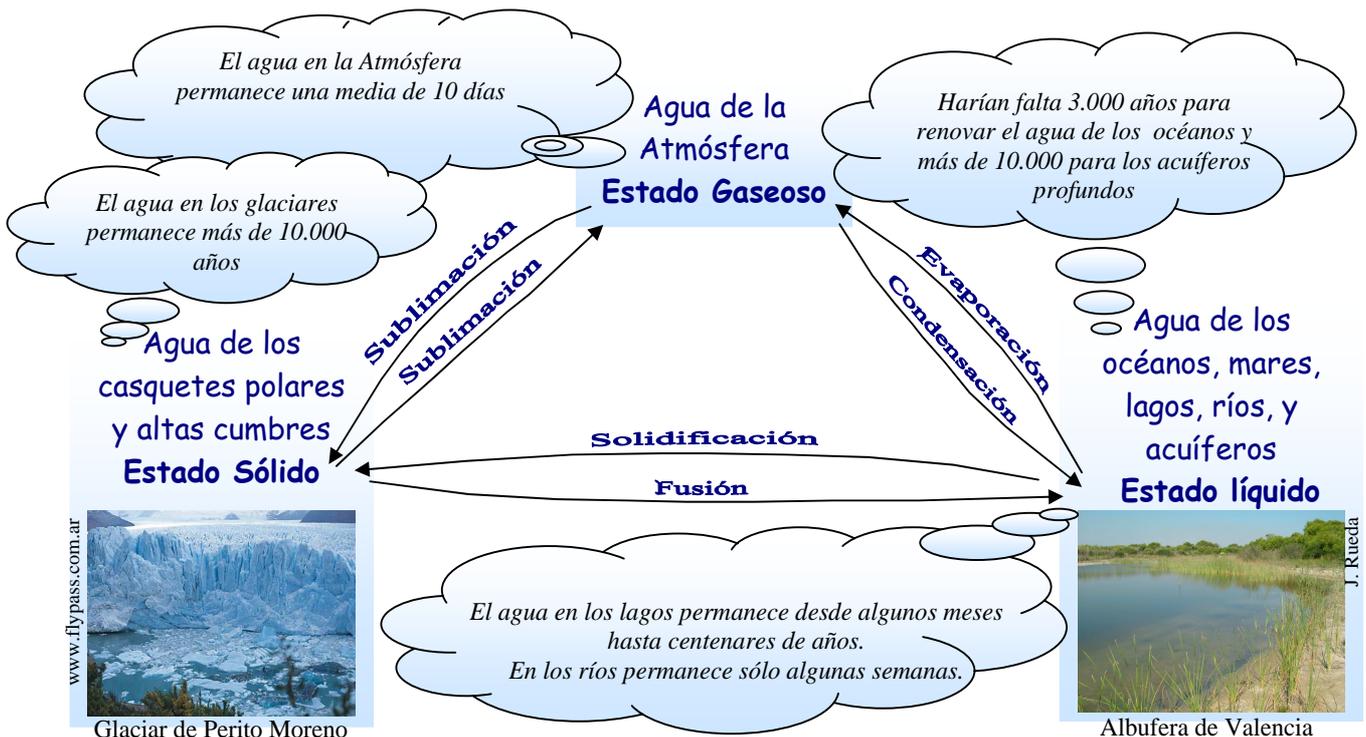
**a) ¿Por qué el agua tiene un elevado calor específico y un elevado calor de vaporización?**

**b) ¿Qué beneficio comporta para la vida estas características del agua?**

**A.4. Comentario para el profesorado:** a) El elevado calor específico y elevado calor de vaporización del agua se deben a la capacidad de formar los enlaces de puente de hidrógeno entre sus moléculas. Dichos enlaces estabilizan y aumentan la fuerza de cohesión manteniendo muy unidas las moléculas, lo que hace necesaria mucha energía para poder romperlos ya que para elevar la temperatura del agua se tienen que romper enlaces y liberar moléculas de agua, en el agua en estado gaseoso las moléculas se encuentran separadas unas de otras. El calor de vaporización es una medida directa de la cantidad de energía necesaria para superar las fuerzas de atracción entre las moléculas adyacentes en un líquido, de modo que las moléculas individuales puedan separarse unas de otras y pasar al estado gaseoso.

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

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



Como ya sabes, el agua puede cambiar de estado si variamos la temperatura y/o la presión a las que se encuentra. Cada uno de estos procesos recibe un nombre concreto, en el esquema precedente podemos observarlos.

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

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

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

*A.5. Comentario para el profesorado: La evaporación se produce a cualquier temperatura a diferencia de la ebullición en la que la temperatura del agua debe ser de 100° C. Tanto la evaporación como la ebullición son procesos en los que el agua cambia de estado pasando de líquido a gas, pero se diferencian además de en la temperatura a la que ocurren, en que en la evaporación las moléculas que cambian de estado se encuentran en la superficie del suelo, lagos, ríos, mares, etc. y en la ebullición cualquier molécula del seno del líquido, esté donde esté, puede cambiar de estado. La ventaja que reporta para la vida es inmensa, ¿sería posible tener permanentemente unos mares y océanos en ebullición? ¿sería posible que los seres vivos pudiesen vivir en medios con temperaturas de 100° C?*

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

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

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

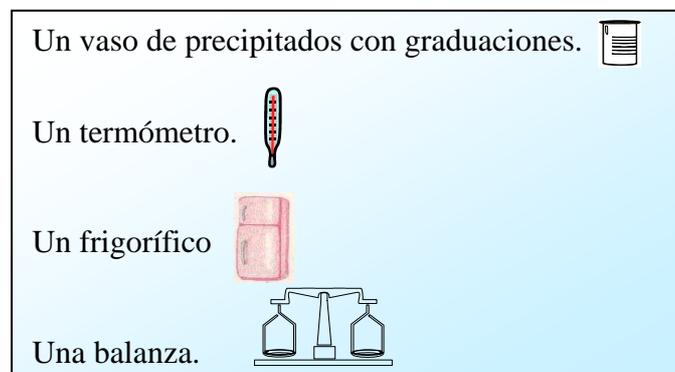
Te proponemos que calcules la densidad de dos tipos de agua que se encuentran a la presión normal y a temperatura ambiente:

• Agua del grifo.

• Agua destilada.

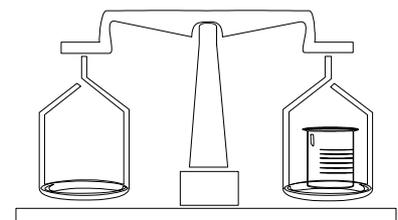
Como la densidad del agua varía con la temperatura y ésta última varía entre otras causas, con la latitud, la altitud y la época del año en la que realices la práctica, es interesante que antes de realizarla midas la temperatura de la muestra de agua que vas a utilizar.

### Materiales e instrumentos de medida:

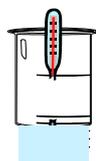


### Desarrollo de la práctica:

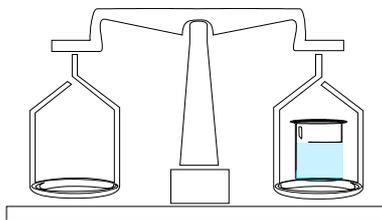
1° Con la ayuda de la balanza, determinarás la masa del vaso de precipitado vacío. Masa vaso =  $M_v$ .



2° Verterás 100 c.c. de agua en el vaso de precipitado y medirás la temperatura mediante la utilización de un termómetro.



3° Determinarás la masa del vaso de precipitado con un volumen de 100 c.c. de agua. Masa del vaso con agua =  $M_{va}$



3° Obtendrás la masa del agua ( $M_a$ ) empleada al restar los dos valores obtenidos anteriormente:

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

3° Para determinar la densidad del agua basta con que dividas la  $M_a$  obtenida entre los 100 c.c. que has utilizado de la misma

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

$$D.agua .destilada = \frac{100}{100} = 1g/cm^3$$

**La densidad obtenida dependerá de la cantidad de sales que lleve disueltas el agua investigada. ¿Cómo influyen las sales disueltas? ¿Elevan o disminuyen la densidad del agua?**

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

TIPO DE AGUA	M <sub>v</sub>	M <sub>va</sub>	M <sub>a</sub>	Temperatura	Densidad
Agua destilada					
Agua del grifo					

*A-P. 1. Comentario: Si el agua del grifo carece de un alto contenido en sales puede sustituirse el agua del grifo por otra que tenga un elevado contenido en sales para que los resultados de la práctica queden más contrastados, ya que como sabemos la densidad del agua aumenta cuando lo hace la concentración de sales que posee disueltas, ya que incrementan la masa ( $M_a$ ) obtenida en la balanza. Con esta práctica se pretende: que el alumnado manipule instrumentos y desarrolle capacidades y destrezas acordes con ello, que aprenda a obtener resultados y a interpretarlos y también, que entienda el concepto de densidad.*

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

El agua es casi única desde el punto de vista de la variación de su densidad con respecto a la temperatura. Muy pocos líquidos presentan un comportamiento parecido.

### **Para comprobar este fenómeno, deberás:**

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

### **Para realizar la experiencia:**

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

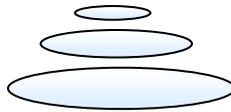
**¿A qué temperatura tiene el agua su mayor densidad? Si se mezclan dos líquidos de diferente densidad, por ejemplo aceite y agua, ¿Qué ocurrirá al cabo de un rato de haber dejado la mezcla en reposo? ¿Dónde quedará el más denso?**

*A-P. 2. Comentario: La temperatura a la que el agua presenta su mayor densidad es de 4° C., por ello el objeto en agua a temperaturas por debajo o por encima de 4° C., se sumerge y sólo queda en la superficie cuando e agua se encuentra a 4° C. Pretendemos con esta actividad que el alumnado constate gracias a su investigación este hecho que va hace del agua una sustancia tan especial que siempre abre camino a la vida.*



## 2. DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA TIERRA

En la superficie terrestre del planeta Tierra abunda el agua, pero sólo una mínima parte es apta para el uso y consumo de los seres vivos terrestres. El agua dulce además de ser escasa se encuentra desigualmente repartida, por lo que hay lugares de la superficie terrestre que disponen de ella sin problemas y otros como las **zonas desérticas** que padecen carestías de agua y que por desgracia cada vez son más abundantes.



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

### A. 6. EL PLANETA AGUA

El primer hombre que realizó un vuelo espacial fue Yuri Gagarin y ocurrió el 12 de abril de 1961. Cuando vio desde el espacio por primera vez a nuestro planeta, se preguntó por qué no se llamaba Agua en lugar de Tierra, ya que era azul. ¡¡El único planeta azul que Gagarin podía ver!!

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

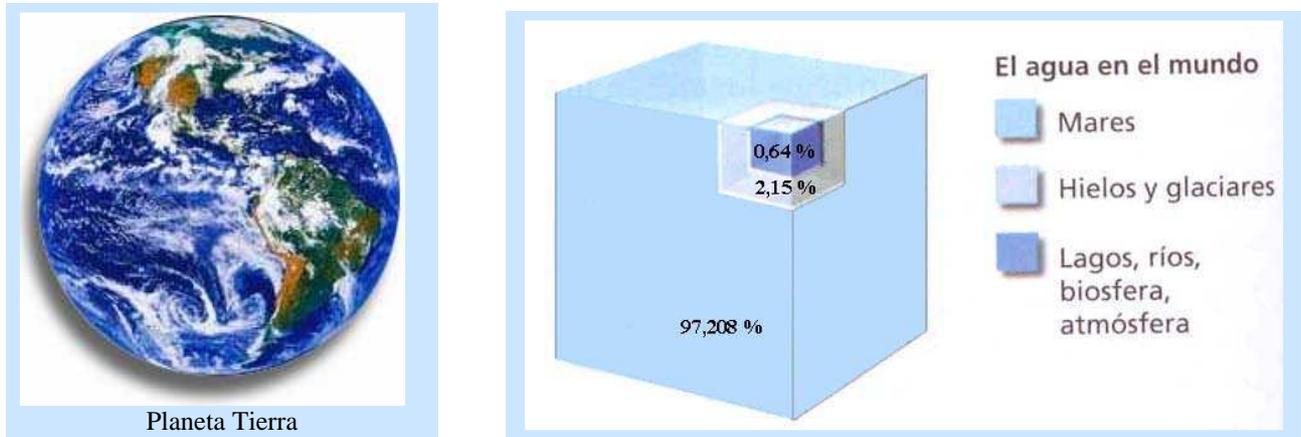


Autor: J. Rueda

Yuri Gagarin

## 2. Distribución del agua en la Tierra

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



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

**a) ¿Qué piensas que quiere decir esta frase?**

**b) Crees que hay suficiente agua para todos los seres vivos que habitamos el planeta Tierra?**

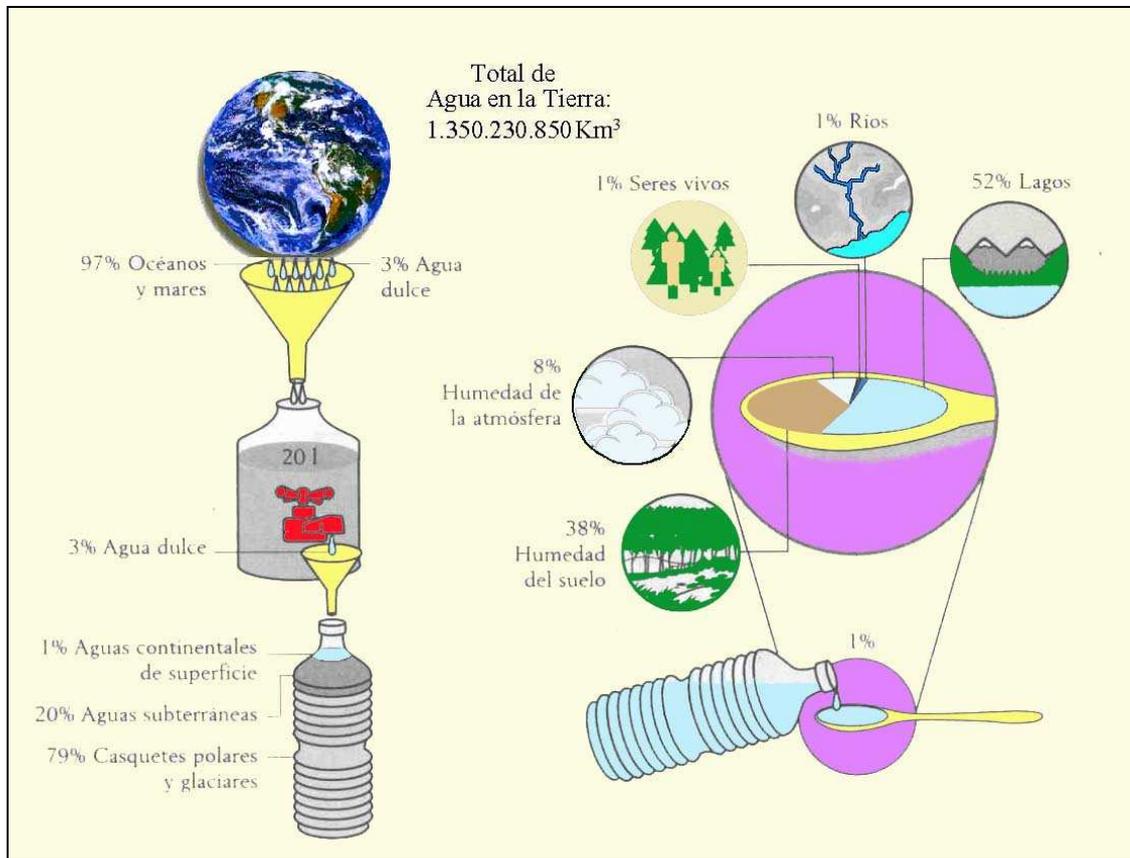
*Comentario A.6. Al ver la Tierra tan azul vista desde el espacio podría pensarse que disponemos de gran cantidad de agua para el consumo de los seres vivos que viven en un medio aéreo. Debe de dejarse claro que esto no es así, además de enfatizarse que a lo largo de la historia hemos dispuesto siempre de la misma agua: es la que bebieron los dinosaurios hace 65 millones de años, y la que consumieron nuestros antepasados. Ahora somos muchas más personas que en otras épocas, y tenemos costumbres que dañan el entorno y también el agua. Una posible respuesta a los apartados propuestos podría ser: a) Esta frase significa que si dividimos en 100 partes el total del agua del planeta (Hidrosfera), sólo podrá ser utilizada por los seres vivos una de esas partes. Es decir, que para los seres vivos que habitan la parte emergida de la Tierra sólo está disponible una mínima parte. b) El problema es que está mal repartida, hay países en los que no hay agua suficiente o la que hay es de mala calidad. En aquellos lugares de la Tierra en los que aún se dispone de agua, muchas veces está tan contaminada que no puede ser utilizada para el consumo humano, y los seres que vivían*

en ella se han ido extinguiendo, lo que añade un nuevo problema que es la pérdida de diversidad, porque cada vez hay menos clases de seres vivos en nuestro planeta.

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

**R. A. 6. DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA TIERRA**

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



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

**Comentario R. A. 6.** Consideramos los 1.350.230.850 Km³ como el 100 % del agua que constituye la hidrosfera. Del 100 % y aproximando a las unidades se puede afirmar que el 97 % es agua salada y sólo un 3º es agua dulce. Si hacemos una equivalencia entre los 1.350.230.850 Km³ totales y un depósito de 20 litros, una gota de ese depósito representaría el 3% que corresponde al agua dulce. La nueva equivalencia considera a la gota representada por una botella de litro que contendría todos los tipos de agua dulce, del 100 % del agua

dulce diferenciamos: un 79 % que constituye los casquetes polares y glaciares, un 20 % que serán aguas subterráneas y nos quedan las **aguas continentales de superficie** con sólo un 1%.

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

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

Después de estudiar el agua en los seres vivos, vamos a recordar cómo se encuentra en la naturaleza. El tiempo de permanencia del agua en uno u otro sistema difiere. La media es de diez días para la atmósfera, algunas semanas en los cursos de agua, desde algunos meses hasta centenares de años en los lagos y varios siglos en los acuíferos. Haría falta 3000 años para renovar el agua de los océanos y más de diez mil para los acuíferos profundos y los glaciares.

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

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

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

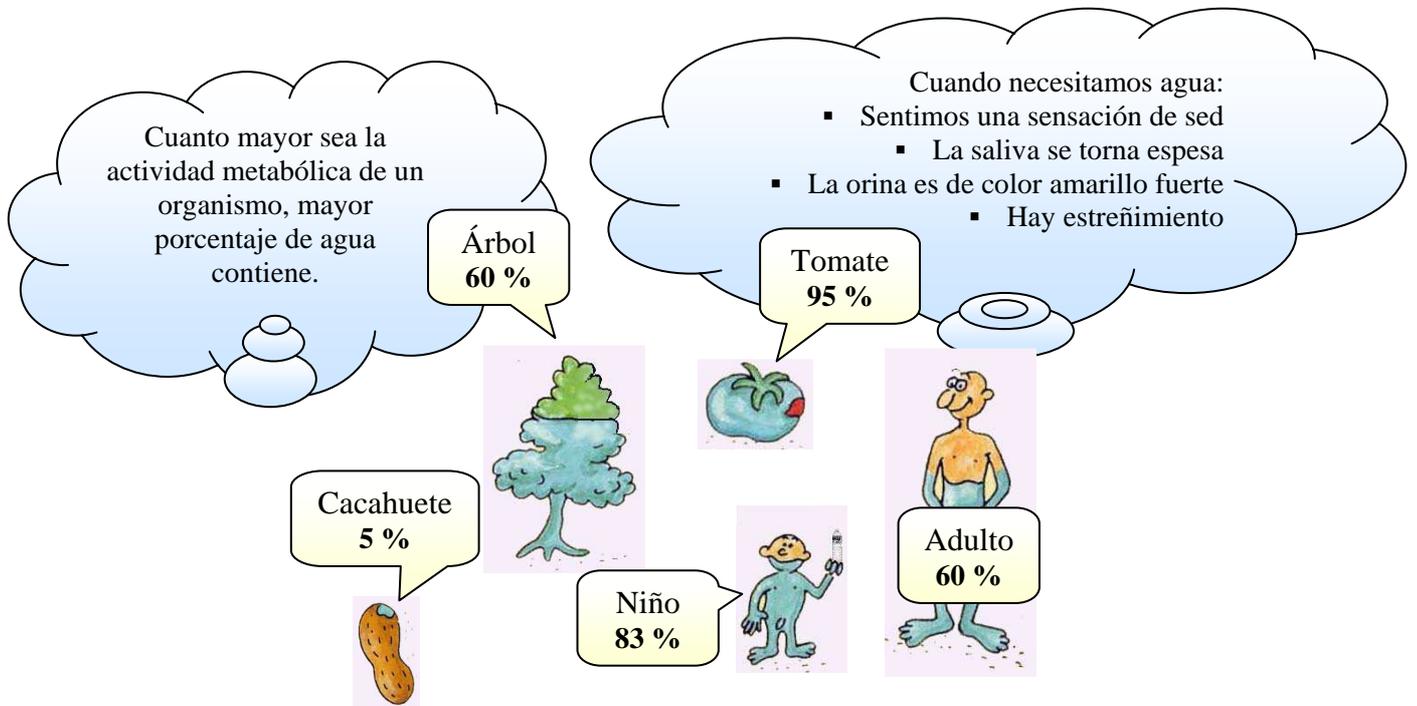
**Comentario A.7.** La intención que se tiene con esta actividad es la de que sirva para aclarar las ideas y refuerce, que sólo disponemos de una cantidad mínima de agua para el uso de los seres vivos que vivimos en las tierras emergidas, puesto que aunque hay más agua dulce, o está congelada o enterrada en el subsuelo a gran profundidad, por lo que es de difícil acceso. A continuación se facilita una posible respuesta para esta actividad:

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

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

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

Los líquidos biológicos como la sangre, la orina y la savia de las plantas, están esencialmente constituidos por agua. Los órganos vitales como corazón, músculos y cerebro, la consumen para poder funcionar correctamente. Cuanto mayor es la actividad fisiológica de un órgano mayor porcentaje de agua contiene. **La cantidad de agua presente en un cuerpo vivo debe ser constante.**



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

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

**Comentario A.8.** *Se pretende que el alumnado llegue a la conclusión de que cuanto más joven es una persona mayor porcentaje de agua tiene en sus tejidos. Necesita una proporción mayor de agua ya que posee una mayor actividad metabólica para crecer y desarrollarse, un adulto sólo necesita reponer el material gastado y cuanto mayor es su edad la renovación de tejidos se realiza a menor velocidad.*

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

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

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

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

### La importancia del AGUA en el organismo

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

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

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

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

Se necesita incrementar el consumo si se hace deporte, en pleno verano o en países de clima caluroso. Las personas con problema de peso deberían beber además un vaso más de agua por cada diez kilos que excedan de su peso ideal. Para las personas que no están



<http://www.pnud.org.ni/geo2000/desertificación>

acostumbradas a beber dicha cantidad durante algunas semanas hasta que el organismo se acostumbre y se regularice, tendrán que ir con un poco más de frecuencia al baño, después, la vejiga tiende a ajustarse y se orina mayor cantidad, pero disminuye la frecuencia de veces.

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

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

*Comentario A.9. Se pretende que el alumnado refuerce las ideas que haya adquirido en las actividades precedentes, e incluso genere otras nuevas que le demuestren la gran importancia del agua para los seres vivos. Nadie puede quedarse sin beber más de 2 a 5 días. La deshidratación constituye un riesgo mayor para todo el mundo, pero sobre todo para los bebés (el agua representa en promedio el 75% del cuerpo del bebé), las personas de edad avanzada y los deportistas. Una pérdida del 10 al 15% de agua del cuerpo puede ser mortal. Asimismo, son de temer otras repercusiones de la deshidratación sobre el organismo que pueden tener graves consecuencias: dolores de cabezas, pérdida de conocimientos, alteración de los reflejos al conducir... Una posible respuesta podría ser que se necesita el agua para:*

1.	Eliminar los desechos que producimos en el catabolismo celular, favoreciendo que sean excretados.
2.	Regular el exceso de grasas.
3.	Favorecer el tránsito intestinal, evitar el estreñimiento.
4.	Facilitar el transporte de los nutrientes y el oxígeno hasta las células.
5.	Ayudar a la circulación de los componentes sólidos de la sangre, como glóbulos rojos, etc.

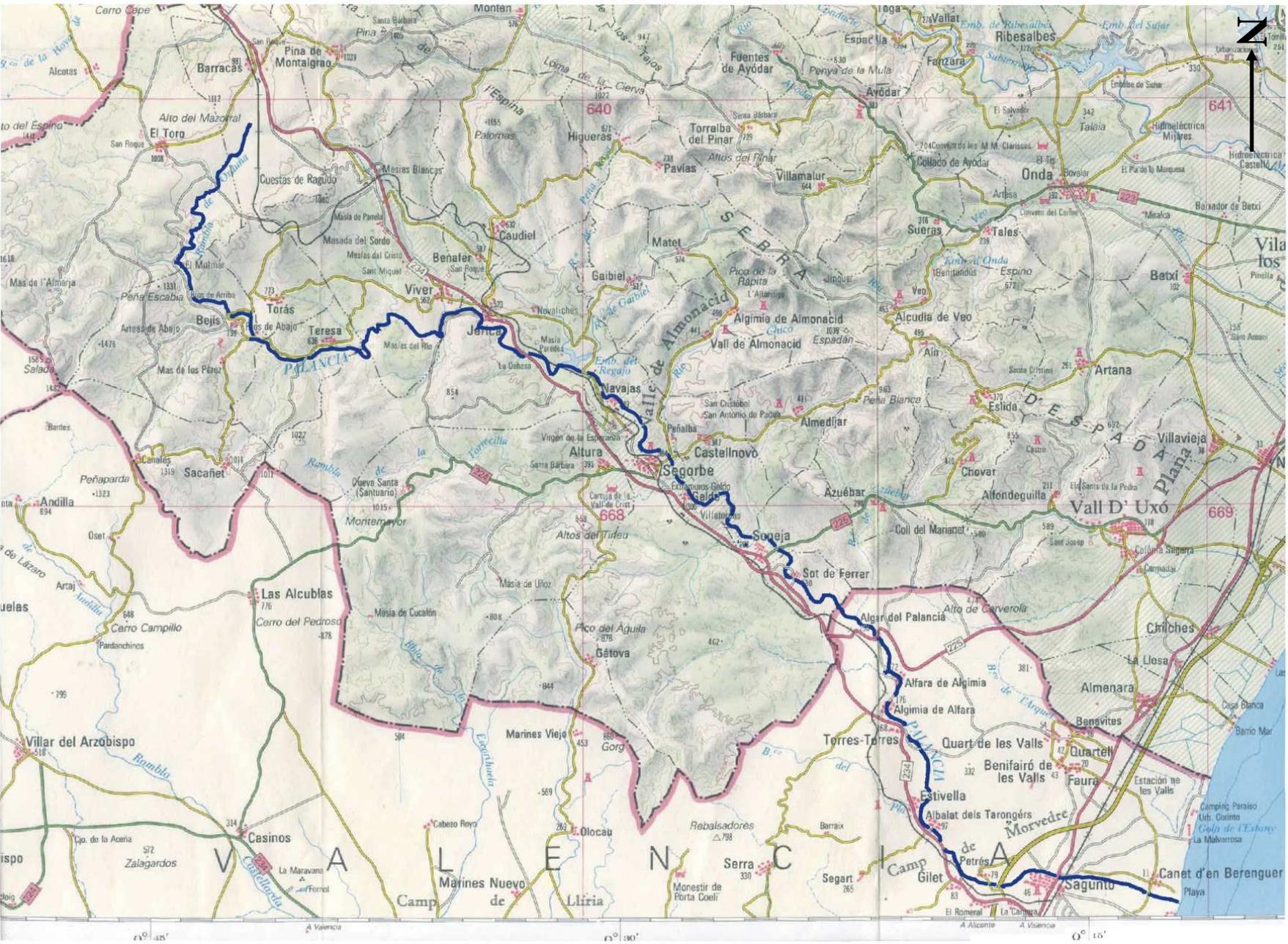
6.	Prevenir enfermedades gracias a poder utilizarla en nuestra higiene.
7.	Humidifica los pulmones y lubrica las articulaciones.
8.	Favorecer la transpiración que permite la regulación de la temperatura corporal y la eliminación de toxinas, por eso cuando hacemos ejercicio físico o hace más calor debemos consumir mayor cantidad de agua.
9.	Mejorar el tono muscular.
10.	Evitar las retenciones de líquidos, cuanta más agua se bebe menor cantidad retiene el cuerpo.
11.	Evitar la deshidratación.

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

El género humano tiene dependencia del agua y la manifiesta viviendo en las proximidades de ríos o lagos. El hombre prehistórico del Paleolítico, nómada, además de la comida también buscaba lugares con ella. Cuando evolucionó y se hizo sedentario, seguía instalándose en zonas próximas a cursos de agua, pues dependía de ella. A medida que fue haciéndose más sólida la civilización se hicieron más complejas las formas y normas de utilización y aprovechamiento del agua.

**a) Comprueba si hoy en día nuestros pueblos y ciudades están localizados junto a cursos de agua, para hacerlo observa el mapa adjunto, escribe los nombres de las ciudades o de los pueblos localizados junto al río Palancia. Comienza por los que se encuentran en la cabecera y acaba por los que están próximos a la desembocadura. ¿Cuántos están más alejados del río? ¿Qué constatas?**

**b) Localiza en un mapa la montaña que recoge las aguas de lluvia que llegarán hasta el grifo de tu casa, o la población debajo de la cual está el acuífero que abastece de agua a tu barrio.**



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

**Comentario A.10. a)** Ofrecemos como posible respuesta la lista adjunta a continuación de las poblaciones que se ubican junto al río Palancia, comenzando con las que se encuentran en su cabecera o nacimiento y finalizando con las que se ubican en su desembocadura: El Molinar, Bejís, Teresa, Jérica, navajas, Segorbe, Geldo, Villatorcas, Soneja, Sot de Ferrer, Algar de Palancia, Alfara de Algimia, Algimia de Alfara, Torres-Torres, Estivella, Albalat dels Tarongers, Gilet, Petrés, Sagunto, Playa de Canet d'En Berenguer. Además de los nombrados que son los que están más próximos al río, podemos destacar otros que también se encuentran cerca del río aunque no tanto como los anteriores, estos últimos son, entre otros: El Toro, Más de los Pérez, Torás, Viver, Caudiel, Gaibiel, Altura, Penalba, Castellnovo. Luego hay una minoría de pueblos que están más alejados, como Sacañet o Segart entre otros pocos, que se encuentran lejos de cursos de agua.

Se puede constatar que una mayoría de ciudades está ubicada en las proximidades del río, lo que denota la clara dependencia del agua que poseemos los seres vivos y especialmente en este caso las personas, incluso estando en el siglo 21, a pesar de los avances tecnológicos que facilitan la construcción de pozos, o de estructuras que permiten conducir el agua largas distancias hasta ser utilizada. Los pueblos más prósperos por lo general, son los que se encuentran en las orillas del Palancia.

La pena es que generalmente el agua no pasa de Sot de Ferrer, pues es tan utilizada para regar los campos de cultivo de la zona, que deberían ser de secano y los han transformado en regadío, que el agua no llega a la desembocadura. Por eso el segundo mapa que se adjunta sólo facilita hasta Sot de Ferrer las poblaciones próximas al río, pues el investigador no pudo seguir valorando la calidad de las aguas del río a partir de ahí por estar seco. **b)** Respuesta libre, no obstante se pretende que localicen la montaña en la que se encuentra el nacimiento del río que abastece de agua su zona o la población debajo de la cual está el acuífero que facilita el agua que llega a sus viviendas.

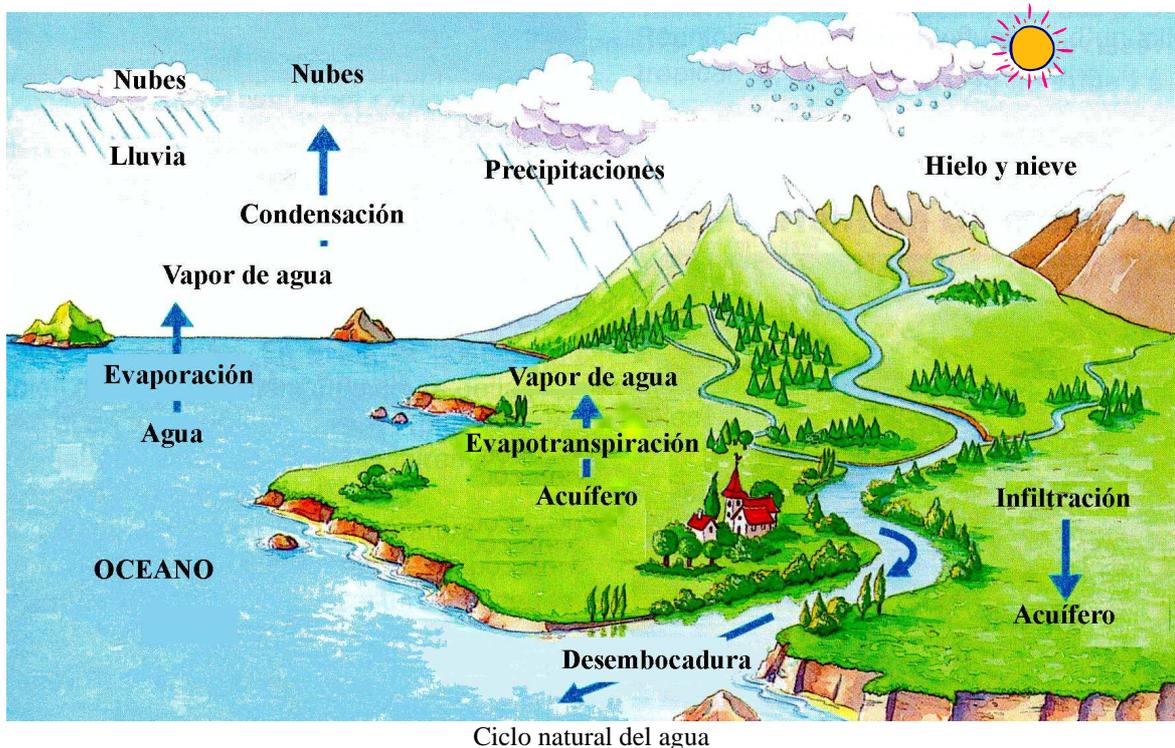
## **A. 11. ¿CÓMO SE RECICLA EL AGUA DULCE? EL CICLO NATURAL DEL AGUA**

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

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

El agua que está en la tierra, ríos, mares y lagos se calienta por la acción del sol. Se evapora cambiando de estado y pasando a ser agua en estado gaseoso que forma parte de la atmósfera. Cuando el aire húmedo se enfría, el agua gaseosa se condensa sobre pequeñas partículas de materia que se llaman núcleos de condensación. Así nacen las nubes, formadas por millones de pequeñas gotas. Las pequeñas gotas que forman las nubes se van uniendo entre sí. Cuando son tan pesadas que el aire no puede sostenerlas, caen por la acción de la fuerza gravitatoria produciéndose así la precipitación, en forma de lluvia, nieve o granizo, dependiendo de la temperatura que tenga la atmósfera en ese momento, así regresa el agua a la tierra. Una vez en la tierra seguirá desplazándose a favor de la fuerza gravitatoria, yendo de los lugares de mayor altitud hasta los de menor.

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



Las aguas que circulan por el subsuelo se las denomina aguas subterráneas, y constituyen los acuíferos, que pueden volver a salir a la superficie formando ríos, fuentes, surgencias o manantiales.

Los acuíferos son terrenos porosos completamente embebidos de agua. El agua de los ríos forma parte de los acuíferos que se encuentran en la misma zona. Los ríos pueden ser superficiales o subterráneos. Las aguas de los acuíferos deben ser potables pues han sufrido un proceso de filtración, pero por desgracia esto no es siempre cierto.

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

**¿Cuáles son los motores del ciclo natural del agua? ¿Qué consecuencia tendría para los seres vivos terrestres el que este ciclo dejase de producirse?**

*Comentario A. 11. a) Los motores del ciclo natural del agua son: la energía calorífica que nos llega del Sol y la fuerza de gravedad terrestre. Las consecuencias son sequía, hambre, pobreza, enfermedades y muerte de seres vivos. Se producen porque si no llueve no hay agua, y no se puede cultivar el campo ni criar el ganado, puesto que no hay comida con que alimentarlo. Esta situación ya se está padeciendo en algunos lugares del planeta.*

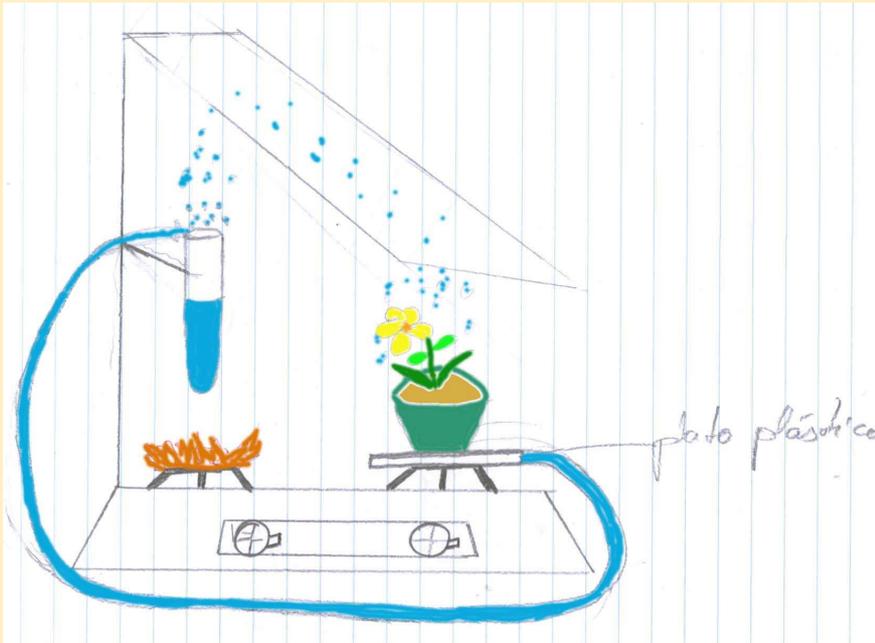
### **R-1-A. 11. ALGUNOS INTERROGANTES DEL CICLO NATURAL DEL AGUA**

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

- a) ¿Podrías afirmar que en el dibujo hay representado un ciclo natural de agua? En qué te basas para afirmarlo o negarlo.**
- b) Indica mediante flechas en qué momento se produce la evaporación y en cuál la condensación. ¿Qué provoca éstos procesos?**
- c) ¿Qué papel desempeña la planta representada en el ciclo del agua?**
- d) ¿Qué modificaciones harías para que el diseño representase un ciclo natural de agua?**
- e) ¿La explicación aclara algo? ¿Qué errores encierra?**

**f) ¿El agua que se evapora del mar es salada?**

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



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

**Comentario R-1-A. 11. a)** Se pretende que el alumnado reflexione sobre el concepto de ciclo natural, está claro que el representado no es un ciclo natural porque:

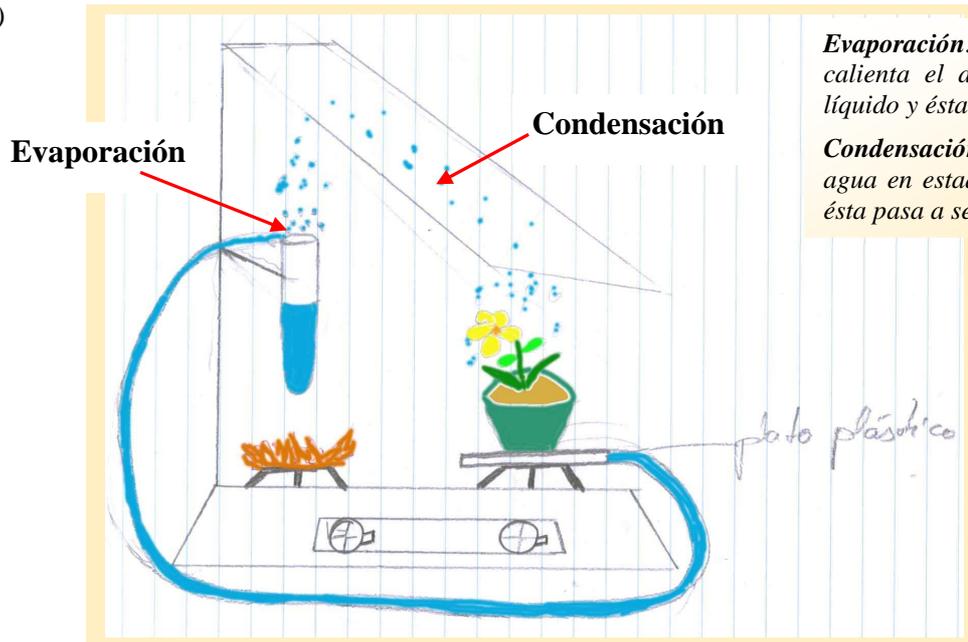
1° La energía que provoca la vaporización del agua no es la solar.

2° Al calentar es muy probable que se llegue a la ebullición, lo que implica que podría pasar a vapor cualquier molécula de agua del seno del líquido, no tienen por qué pasar sólo las que se encuentran en la superficie del líquido como ocurre en la evaporación. La evaporación tiene lugar a cualquier temperatura, formidable proceso que permite que el agua se renueve sin necesidad de que sufra ebullición (paso de líquido a gas a 100° C).

3° La planta debería poder aportar agua a la atmósfera al transpirar, pero lejos de aportarla sólo la recibe a modo de precipitación.

4° El agua necesariamente debe ser filtrada a través de la tierra de la maceta, en el ciclo natural el agua puede quedar en la superficie terrestre sin infiltrarse. No obstante esta observación no es una incorrección sino una omisión de las aguas de escorrentía.

b)



**Evaporación:** Se produce cuando se calienta el agua que está en estado líquido y ésta pasa a ser un gas.

**Condensación:** Se produce cuando al agua en estado gaseoso se la enfría y ésta pasa a ser un líquido.

c) La planta representada, para el alumnado autor del dibujo la planta es sólo una consumidora de agua que absorberá el agua de la tierra, porque si se piensa que el alumnado ha querido decir que absorbe el agua de la lluvia a través de las hojas y flores, sería un error que habría que corregir. Por ello sería conveniente preguntar a los autores por dónde entra el agua en la planta, para ellos la maceta hace de paso a través del cual llega el agua sobrante hasta el plato. En el ciclo real, como sabemos, la planta tiene un importante papel, pues con su transpiración aporta agua en forma de vapor a la atmósfera, y dependiendo de la temperatura del medio en el que se encuentra estas pérdidas son mayores o menores, gracias a ello se produce la absorción del agua con los nutrientes a través de sus raíces, siendo a la vez consumidora y abastecedora de agua.

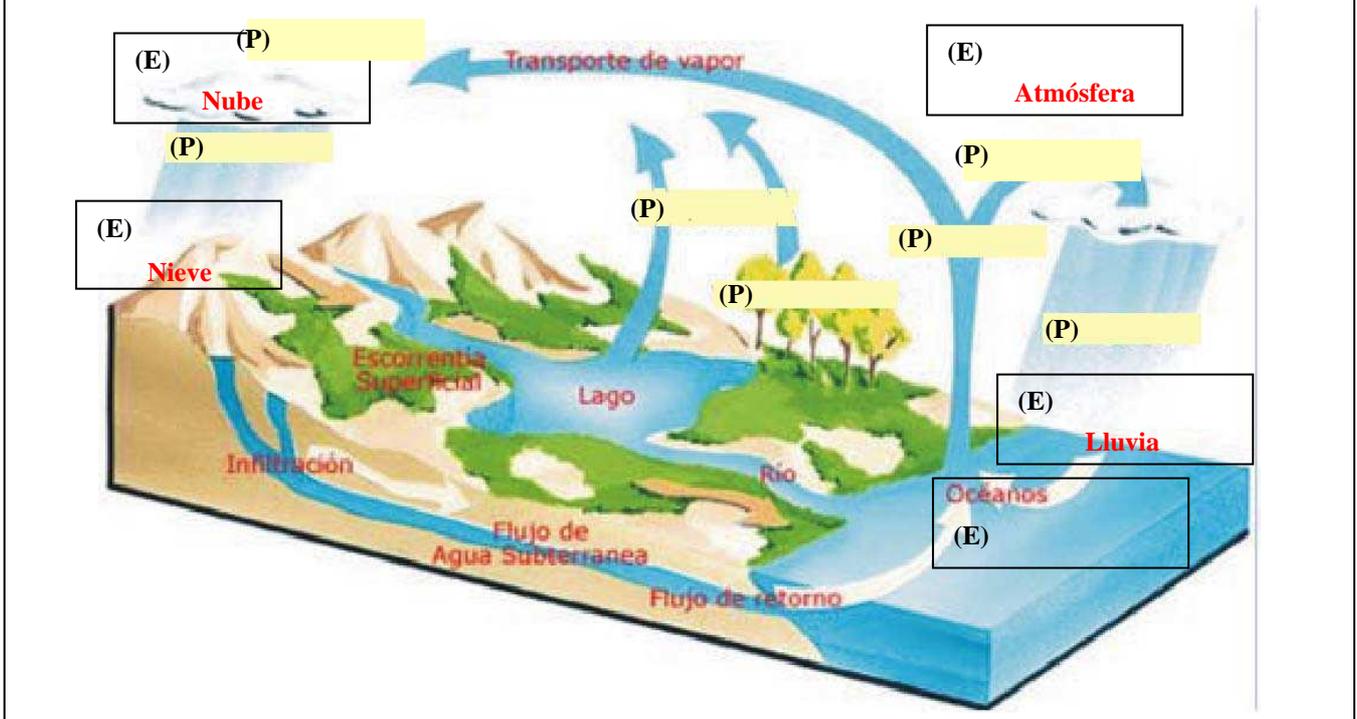
d) La primera modificación sería quitar el hornillo y dibujar un sol, pues aunque haya nubes es el calor del sol el que provoca la evaporación. A continuación deberían justificar por qué se condensa está claro que deben quitar calor al agua evaporada y podrían aducir que es porque la lámina dibujada es de un material que está frío y deberían haber dibujado un sistema de refrigeración en la cara contraria de la lámina en la que se produce la condensación, bastaría con agua circulando por tubitos a modo de serpentín, o colocar cubitos de hielo. El siguiente cambio sería la concepción de la planta, que aporta agua a la atmósfera y habría que incluir otro recipiente que recogiese las aguas superficiales, este recipiente podría ser el mismo tubo de ensayo que estaría mejor si fuese una cubeta, incluso un plato, sobre el que cae el agua una vez condensada y del que se evapora el agua.

e) No aclara lo que realmente ocurre ya que hay un amasijo de errores uno de ellos es de denominación pues llaman probeta a un tubo de ensayo, otros son de concepto, hablan de desplazamiento de "gotas" de vapor, y de succión de un tubo de goma que tal y como lo han dispuesto, a no ser que tenga una bomba no succionará nada, pues la base está a menor altura que el tubo de ensayo que es dónde quieren que se vierta el agua.

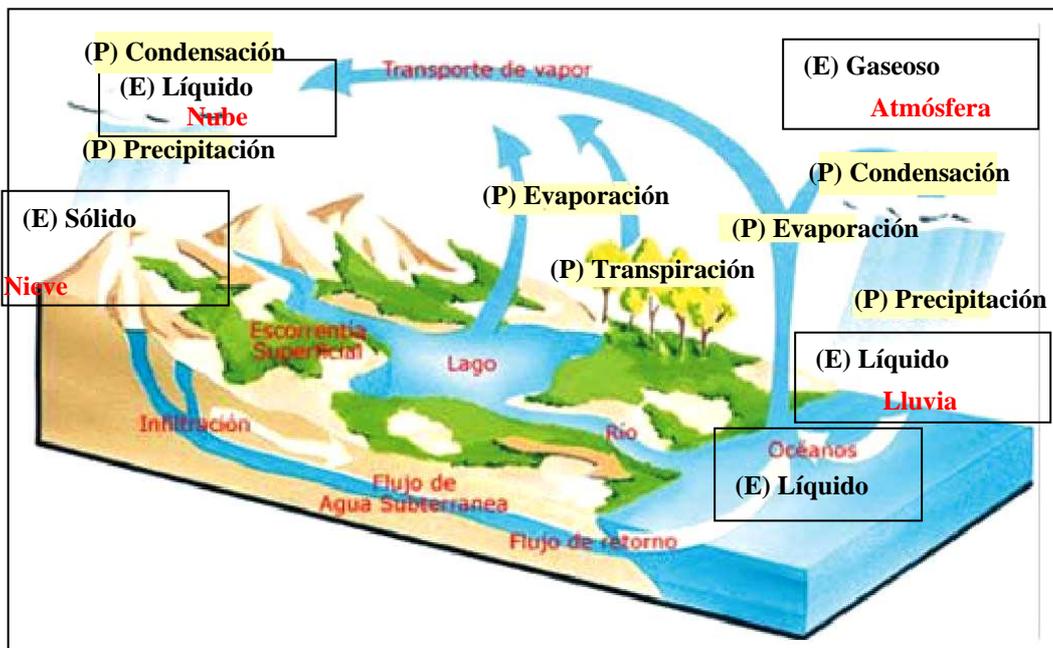
f) No, porque las sales se quedan disueltas en el agua que no se evapora.

**R-2-A.11. COMPLETANDO UN ESQUEMA DEL CICLO NATURAL DEL AGUA**

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



Comentario R-2-A. 11. Respondemos sobre el dibujo:



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

### CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO DE UNA PROVINCIA

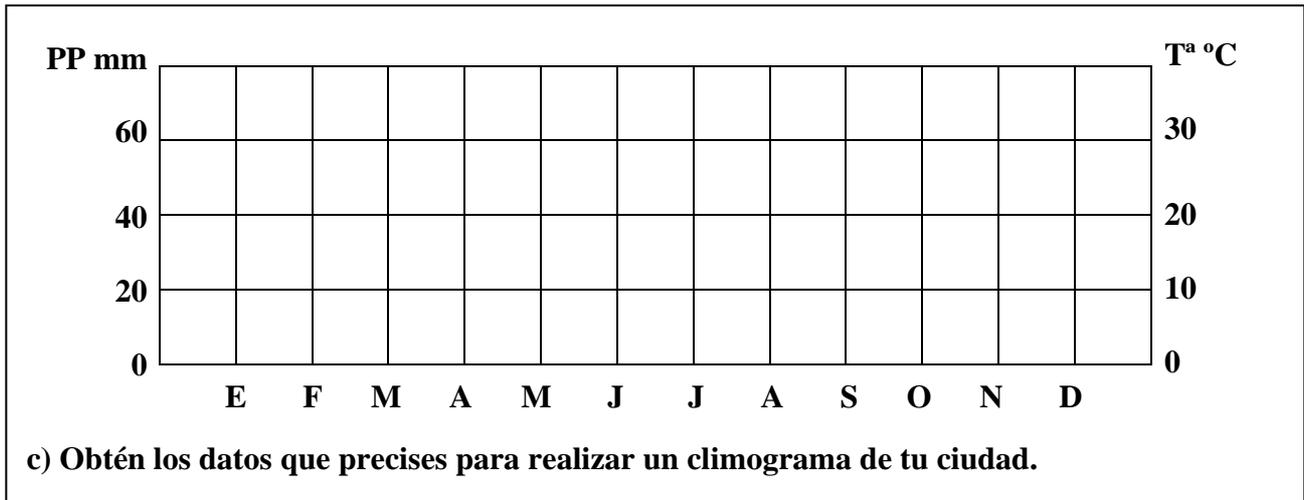
Cómo ya habréis constatado al observar el ciclo del agua, las precipitaciones son las que aportan agua a los continentes, siendo el *régimen de lluvias* decisivo en el balance hídrico de una región, considerándose como la diferencia entre la cantidad de agua aportada y la consumida o perdida. (Para conocer el de nuestra península o el de Canarias se puede consultar la página <http://www.inm.es/web/infmet/tobsr/bhidri.html> que corresponde al Ministerio de Medio Ambiente). Por otro lado el agua caída permanecerá más o menos tiempo accesible en función de otros factores como *la temperatura*, que facilita su evaporación, *el tipo de suelo, la topografía (pendiente del terreno)* o *la cantidad de vegetación* de la región.

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

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

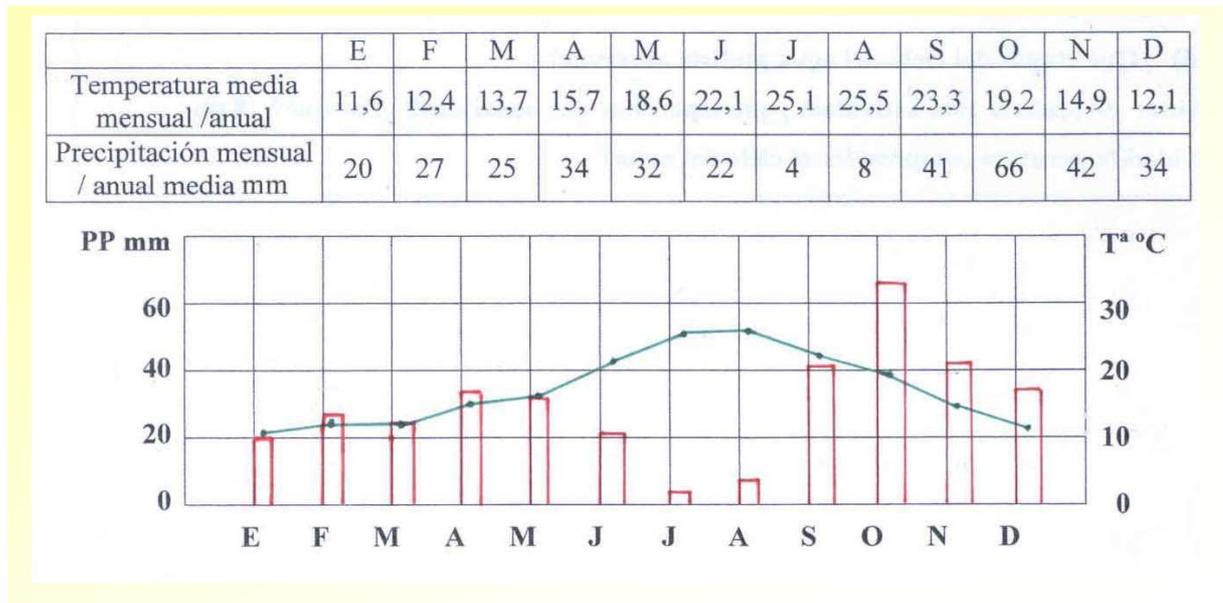
b) **Analiza el balance hídrico de una provincia como la de Alicante. Los datos de la tabla adjunta corresponden a las precipitaciones y temperaturas, obtenidas a lo largo de 30 años, en la ciudad de Alicante. Traslada sobre la gráfica los datos correspondientes a las temperaturas y une los puntos resultantes; los datos sobre las precipitaciones represéntalos mediante un diagrama de barras.**

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



**Comentario A. 12.** a) Como ejemplo hablaremos del balance hídrico de la ciudad de Alicante, podemos afirmar que es negativo ya que la cantidad de agua gastada, usada o perdida es mayor que la aportada por las precipitaciones. Los factores que determinan este balance hídrico son: abundancia y frecuencia de las precipitaciones, la temperatura del lugar, la cantidad de vegetación, las pérdidas de agua por evaporación y transpiración, el tipo de suelo, y por último el uso y consumo de agua. En Alicante la vegetación es escasa, además el suelo es en la mayor parte de los casos inexistente, tenemos la roca madre en superficie por lo que la absorción o permeabilidad del suelo es prácticamente nula lo que provocará que la infiltración del agua de las precipitaciones sea casi nula, y facilitará la erosión del suelo. La escasa vegetación contribuye a que cada vez llueva menos, y debido a las elevadas temperaturas habrá una gran cantidad de pérdidas de agua por evaporación y transpiración, si a esto le sumamos que es una ciudad densamente poblada en la que se usa y consume abundante cantidad de agua, podemos deducir que el balance será negativo, es decir que el gasto es superior a los aportes.

b) La media mensual obtenida a partir de los datos de los 30 años estudiados, nos dice que los meses en los que hay mayor escasez de agua son junio, julio y agosto que coinciden con el verano, lo que demuestra la relación directa con las temperaturas, mayor calor en verano y por tanto mayores pérdidas. También el balance es negativo aunque cercano al equilibrio en los meses de septiembre, marzo, mayo y enero. Sólo hay excedencia de agua los meses de octubre, noviembre y diciembre y en menor proporción en abril y febrero, en estos últimos también está próximo al equilibrio.



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

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

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

**Evaporación**, como ya sabes, es el fenómeno físico en el que el agua pasa de estado líquido a gaseoso, por lo que deberíamos añadir la sublimación, que es el paso de sólido a vapor. Se produce

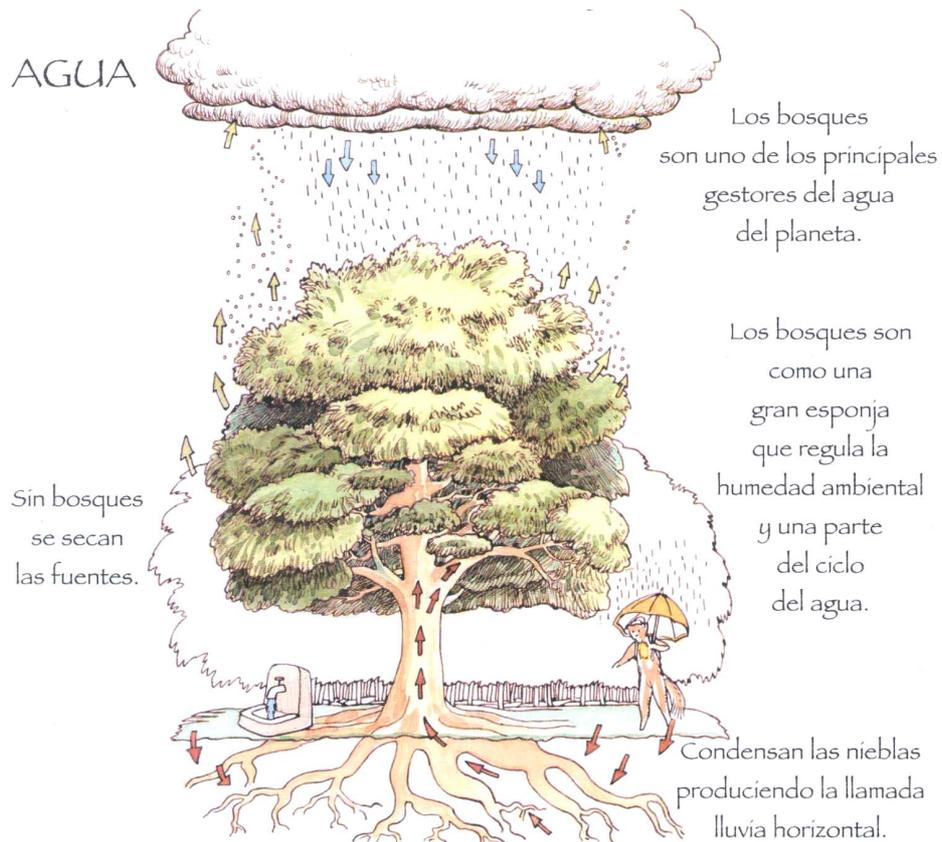
evaporación desde: a) la superficie del suelo y la vegetación inmediatamente después de la precipitación, b) las superficies de agua (ríos, lagos, embalses, mares), c) el suelo, agua infiltrada que se evapora desde la parte más superficial de éste.

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

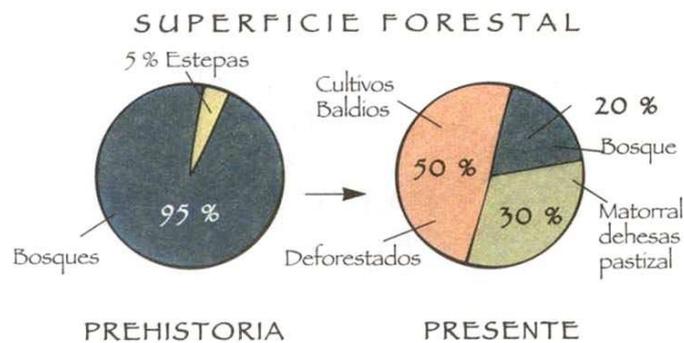
procesos. Cuantificar los recursos hídricos de una zona, equivaldría a hallar la diferencia entre lo que llueve y lo que se

evapotranspira, esta diferencia representará el volumen de agua disponible en la zona.

Fuente: Sánchez J. (2001) <http://web.usal.es/~javisan/hidro/temas/T040.pdf>



Fuente: Blanco, E . (1998)



Fuente: Blanco, E . (1998)

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

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

*Comentario A. 13. a) Sí. En la España húmeda, Galicia, Cantabria, etc., aún quedan bastantes bosques y podemos observar que llueve abundantemente durante todo el año, al igual que en las selvas tropicales que a pesar del calor llueve todos los días. En cambio en la Comunidad Valenciana y sobre todo en la provincia de Alicante cada vez hay menos zonas arboladas y sabemos que llueve poco, de hecho grandes zonas están en peligro de desertificación.*

*b) Sí, porque los bosques son uno de los principales gestores de agua del planeta, son como una gran esponja que regula la humedad ambiental y una parte de ciclo del agua. Gracias a la transpiración aportan al medio externo gran cantidad de agua que favorecerá el que posteriormente haya precipitaciones porque los bosques condensan las nieblas produciendo la lluvia horizontal. Sin bosques se secan las fuentes. En el sur de España las temperaturas son más altas que en el norte pero hay mucho menos arbolado debido a la tala indiscriminada o a los incendios forestales, muchos de ellos provocados, a veces porque se deseaba construir edificaciones de recreo o segundas viviendas que comercialmente son muy lucrativas en terrenos que estaban en un paraje natural protegido, entonces se incendiaban para devaluar el terreno y así facilitar la concesión del permiso de construcción, todo ello ha contribuido a la deforestación que hoy se sufre.*

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

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

Los humedales merecen una especial atención. En la región mediterránea, a la cual pertenece la Comunidad Valenciana, con un clima cálido y seco, como ya hemos dicho, los humedales convierten su superficie en un microclima totalmente distinto de las zonas circundantes: El efecto refrigerante que



Un humedal sano "La Marjal dels Moros"

produce la evapotranspiración se apodera del área, además de ofrecer sombra y protección frente al viento. El efecto de la brisa llevará humedad hasta las montañas que lindan el litoral produciendo lluvias que permitirán la recarga permanente de los acuíferos. Es decir, la temperatura más cálida favorecerá la evaporación de sus aguas, las nubes formadas serán empujadas por el viento hasta las montañas próximas, en donde a consecuencia de las menores temperaturas allí reinantes, se producirán precipitaciones permitiendo de este modo que los acuíferos se rellenen.

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

Otros factores que demuestran la importancia de los humedales son:

- La facultad que tienen para frenar las riadas.
- Su gran poder de depuración de las aguas subterráneas.
- Impiden la intrusión marina si están junto a



Marjal del Puig

la costa, esto significa que el agua del mar no puede entrar en los acuíferos y así no los saliniza.

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

*Comentario A. 14. No se puede considerar sostenible el que desaparezcan los humedales, podemos concretar que los factores perturbados son los siguientes:*

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

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

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

El que nuestro organismo no posea el porcentaje de agua necesario, nos puede llevar a la muerte. Pero como ya sabes hay seres vivos que se encuentran extremadamente adaptados y son capaces de vivir en medios con grandes carencias de agua.

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



Dromedario

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

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

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



Autor: J. Rueda

Hojas transformadas en espinas

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

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

Por tanto los seres vivos deben presentar soluciones a este problema, que en general están basadas en las siguientes medidas:

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

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

Las plantas que viven en lugares secos se denominan “*xerófitas*”, y las que viven en lugares húmedos “*hidrofitas*”.

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

<b>1) ¿Cómo consigue el camello no beber agua durante tres semanas?</b>	

2) Emite una hipótesis que justifique la causa de que una persona adulta pueda soportar casi 1 mes sin ingerir nutrientes, pero no pueda sobrevivir más de 3 días sin beber agua.


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

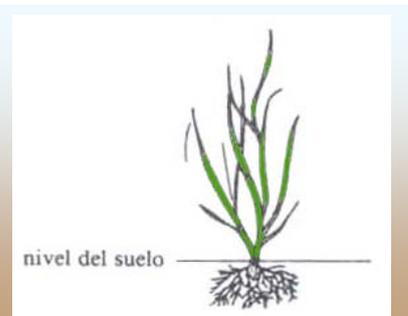
CARACTERÍSTICAS		ADAPTACIÓN
a) Patas, cuello y pico largos (aves zancudas)		1. Protección contra la desecación
b) Cuerpo fusiforme, hidrodinámico		2. Para evitar la evapotranspiración y retener gotitas de rocío
c) Caparazón de quitina (insectos, arañas)		3. Vencer la viscosidad del agua
d) Hojas transformadas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

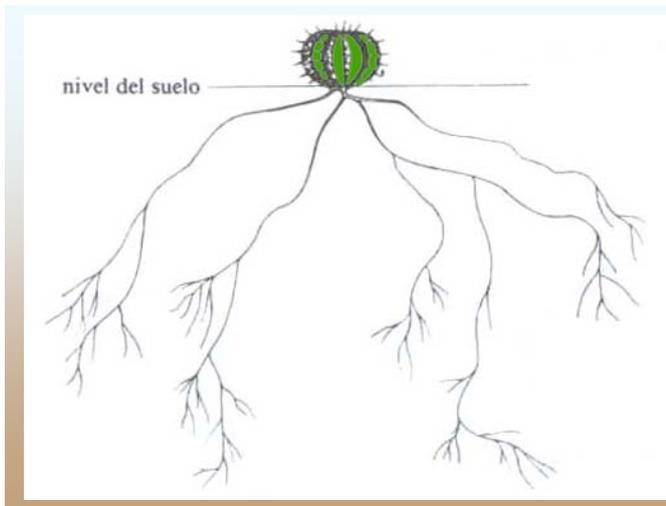
c) Fijándote en los dibujos que te aportamos, señala las adaptaciones que observas en las dos plantas, para mantener un equilibrio hídrico.

Ejemplo de planta de suelo húmedo: **gramínea pratense**

Inglaterra precipitación media mensual:

- 🌦 Verano 100 mm. Invierno 100 mm.
- 🌡 Temperatura media en verano 18° C.
- 🌡 Temperatura media en invierno 5° C.





Ejemplo de planta de suelo desértico: **cactus**

Méjico precipitación media anual:

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

**Comentario A. A. 1. a)** Se pretende que el alumnado llegue a la conclusión de que sin agua no hay vida, una posible respuesta sería **1)** El camello es capaz de ingerir de una vez 130 litros de agua y los irá metabolizando según necesite. Además, es capaz de soportar una temperatura de hasta 41°C, para evitar refrescarse con el sudor y de esta manera perder la menor cantidad de agua con este fin. **2)** Porque el agua, en el ser humano, forma parte de sus tejidos y fluidos, siendo además un vehículo de transporte tanto de sustancias nutritivas como de las que hay que excretar. Si no ingerimos agua no puede realizarse el transporte de los nutrientes, lo que conlleva una carencia de energía y de materia prima. Tampoco podrá llevarse a cabo el transporte de las sustancias tóxicas que hay que excretar, que se acumularían en el organismo, produciendo la muerte.

**b)** Se pretende que el alumnado constate la existencia de esa adaptación, necesaria para poder vivir en el agua o sobre ella o de los nutrientes que se encuentran en su seno o vivir en condiciones de extrema escasez de agua.

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

**c)** El cactus para prevenir pérdidas de agua, dadas las altas temperaturas reinantes en el medio, transforma sus hojas en espinas, el tallo se engrosa haciéndose carnoso y robusto para almacenar toda el agua que pueda y las raíces se ramifican y alargan para poder llegar a la mayor cantidad de zonas del subsuelo y absorber algo de agua junto con los nutrientes que la acompañan. Podemos constatar como la gramínea del prado no

*tiene dificultades para absorber el agua que necesita y por ello las raíces aunque ramificadas son cortas y las hojas largas con abundantes estomas lo que favorecerá las pérdidas de agua de la planta por transpiración.*

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

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

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

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

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

**Mientras estés trabajando esta unidad revisa las revistas que caigan en tus manos y la prensa en general, selecciona y aparta noticias que tengan alguna relación con el agua.**

**Clasificalas y entre todos vamos a confeccionar murales para disponerlos en pasillos.**

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

- a) Agua relacionada con la cultura arquitectónica (acueductos, aljibes algunos molinos).**
- b) Agua como fuente de inspiración poética, tanto poesías como prosas.**
- c) Agua relacionada con religión.**
- d) Organismos creados para usar de modo más conveniente el agua, ejemplo de ello es el Tribunal de las aguas.**

- e) **Contaminación del agua: de acuíferos, de humedales, de ríos, de mares.**
- f) **Escaseces de agua.**
- g) **Disputas entre pueblos a causa de la escasez o de la falta de calidad del agua.**
- h) **Cumbres relacionadas con el uso y consumo del agua.**
- i) **Normativas nacionales y europeas relacionadas con el uso y consumo del agua.**
- j) **El desarrollo sostenible y el agua.**
- k) **El agua y la salud.**
- l) **El agua como diversión y relax.**
- m) **Deportes que utilizan el agua en alguno de sus estados.**

*Comentario A. A. 2. La clasificación que se obtenga dependerá de las noticias que se encuentren, pudiendo haber diferentes soluciones. Facilitamos la foto de uno de los paneles que se hicieron en la experimentación de esta unidad.*



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

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

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

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

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

<b>ACTIVIDADES REALIZADAS</b>	<b>ASPECTOS POSITIVOS</b>	<b>ASPECTOS NEGATIVOS</b>

*Comentario A. A. 3. Esta actividad puede tener diversas soluciones, se pretende que el alumnado constate que a veces el perjuicio es mayor que el beneficio que se produce cuando se realizan determinadas actividades, o simplemente no es ético. Damos una posible respuesta a modo de ejemplo:*

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

## ACTIVIDADES DE PROCEDIMIENTO

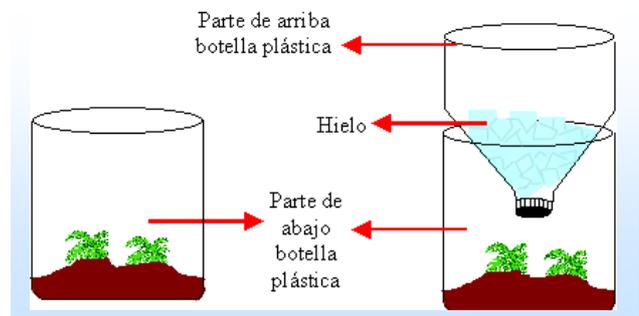
### A-P. 3. MONTAJE PARA LA OBSERVACIÓN DEL CICLO NATURAL DEL AGUA

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

Para realizarlo utilizarás los siguientes materiales:

#### **Materiales**

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



*Procedimiento (observa el dibujo):*

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

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

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

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

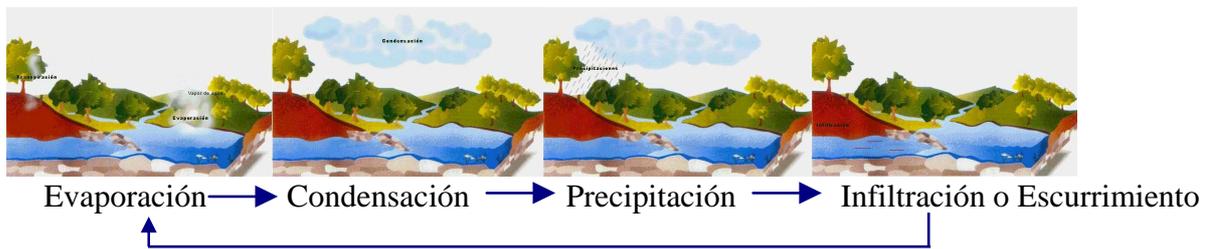
*A-P. 3. Comentario: En este experimento si la tierra está seca, cuando calienta el sol la botella se puede apreciar que las plantas transpiran. ¿Cómo se puede constatar esto? Porque la botella se empaña. La transpiración de las plantas contribuye al ciclo del agua. a) El hielo sirve para acelerar la condensación y para que pueda verse la “lluvia” con ella el agua caerá a la tierra regando las plantas y mojando la tierra. A continuación el sol provocará además de la transpiración de la planta la evaporación del agua de la parte superior del suelo y de la que ha quedado mojando la superficie de la planta.*



Autora: C. López

*Maqueta del ciclo del agua*

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



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

Estas forman las nubes que mediante la acción de los vientos son llevadas a los continentes.

Los cambios térmicos ocasionan también la aglomeración de gotitas que da origen a las precipitaciones en forma de lluvia, llovizna, nieve o granizo. Puesto que el área superficial de los océanos es más de dos veces la de los continentes, la precipitación terrestre es aproximadamente la mitad que la de los

océanos. Una parte de la precipitación terrestre queda almacenada en lagos, lagunas y campos de hielo, otra escurre por los ríos hacia el mar, otra parte se infiltra a través de los estratos permeables del suelo y se almacena o escurre en forma subterránea y esta última retorna a los océanos. Se completa así un ciclo de transferencia del agua que se conoce como **ciclo hidrológico o ciclo natural del agua**. Si se dispone de la posibilidad de llevar al alumnado al aula de Informática y hay ordenadores conectados a Internet, desde la página <http://www.puc.cl/quimica/agua/res10.html> puede verse de forma dinámica el ciclo del agua.



c) La botella se empaña porque el hielo enfría la atmósfera interna de la botella lo que provoca la condensación del agua en las paredes de la botella y esto hace que se empañe, si la tocamos observaremos que por dentro está mojada.

d) No pueden verse la evaporación ni la transpiración, sólo pueden deducirse, pero las demás como condensación, precipitación e infiltración o permanencia del agua en la superficie del terreno sí son observables.

e) Depende del diseño, pero por lo general al alumnado le cuesta tener en cuenta el sol como aporte de calor necesario para la evaporación y transpiración, la refrigeración indispensable para que se produzca la condensación y por último la presencia activa de *seres vivos*.



### 3. ¿CÓMO GESTIONAMOS EL AGUA?

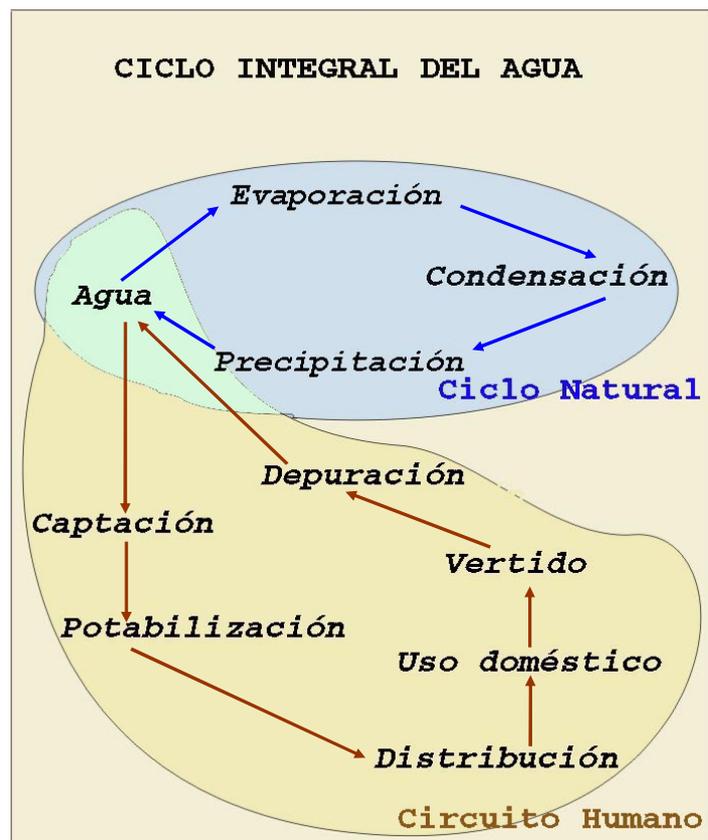
#### A. 15. EL CICLO INTEGRAL DEL AGUA

El ciclo del agua natural es fundamental, porque gracias a él los ríos no se secan. Te has preguntado alguna vez, *¿por qué aunque los ríos desembocan en el mar, siguen llevando agua?* *¿De dónde les llega el agua?* Es cierto que hay tramos de nuestros ríos secos en algunas épocas del año. Por ejemplo, el río Palancia cuando pasa por Sagunto en raras ocasiones lleva agua.

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

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

Como se puede observar en el



esquema adjunto existen dos ciclos interrelacionados, el natural y el humano. El ciclo natural ya lo conoces, lo has trabajado anteriormente.

### 3. ¿Cómo gestionamos el agua?

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

Tras su utilización, estas aguas, ahora llamadas residuales, se unirán a las de limpieza de calles, etc., en las alcantarillas de la población, y normalmente deberán ser conducidas hasta una planta depuradora, donde serán tratadas y posteriormente devueltas al río o mar más próximo.

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

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

***Ósmosis inversa:** método de separación de las sales contenidas en el agua.*

**Imagínate que está lloviendo en la cabecera de un río. Parte del agua caída con la lluvia, saldrá por un grifo de una casa ubicada en sus proximidades. Imagina diversos itinerarios que el agua puede haber seguido para ello. Dibújalos de forma esquemática.**



**Comentario A. 15.** *La gota de agua procedente de la lluvia puede caer en diferentes lugares, por lo que dependiendo de dónde caiga se generarían diferentes itinerarios, proponemos uno a modo de ejemplo, supongamos que:*

*1° Caer en el río Resinero, justo antes de la captación de sus aguas por el río Palancia.*

*2° Con las aguas del río Palancia se desplaza hacia lugares de menor altitud, gracias a la fuerza gravitatoria.*

*3° Llega al pantano del Regajo.*

*4° Es almacenada en el pantano durante un tiempo.*

*5° Es bombeada y clorada, a continuación es desplazará por la red del sistema de distribución de agua hasta llegar al grifo de una casa de un pueblo cercano.*

*6° Al abrir el grifo saldrá por él.*

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

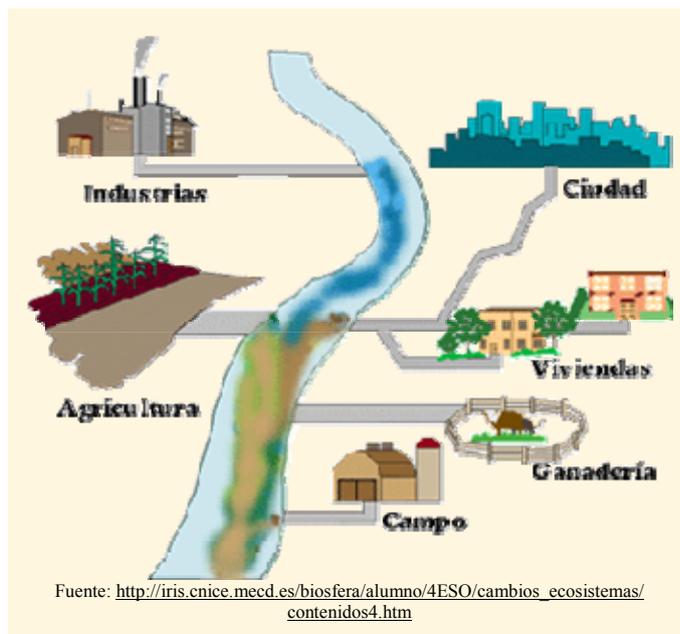
Hace cuatro mil quinientos millones de años, la Tierra era una bola de magma fundido con cientos de volcanes activos en su superficie. El magma, cargado de gases, entre ellos el vapor de agua, emergió a la superficie gracias a las constantes erupciones. Luego la Tierra se enfrió, el vapor de agua se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

Mil millones de años después, (según algunos autores, pues hay diversas teorías) en los océanos se reunieron las sustancias químicas que darían origen a la vida: metano, hidrógeno y agua.

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

### 3. ¿Cómo gestionamos el agua?

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



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

*Comentario A. 16. Pretendemos que el alumnado se de cuenta de que verter los residuos en los cursos de agua acarrea problemas a las personas que viven aguas abajo, pero también se perjudica a los seres vivos que viven dentro de los ríos, lagos, etc. El alumnado generalmente entiende mejor y empatiza más con la situación de perjuicio a humanos que si los perjudicados son animales o plantas, pero claro aquí hay que recordarle que si se extinguen los animales detrás vamos nosotros, ya que nos los comemos a ellos. Es importante que se intente potenciar en el alumnado una sensibilidad y preocupación por el estado del medioambiente. La actividad está planteada para que después de que se haya debatido en los diferentes grupos de trabajo se haga una puesta en común a nivel del gran grupo. Dependiendo de sus planteamientos, el profesor o profesora puede incluso sugerirles que elaboren un panel con las soluciones propuestas y lo expongan en pasillos. No obstante aún no se les ha hablado de la existencia de plantas de tratamiento de aguas residuales, ni de la legislación existente acerca de dónde verter las aguas residuales.*

## A. 17. FUNCIONAMIENTO DE UNA POTABILIZADORA

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

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

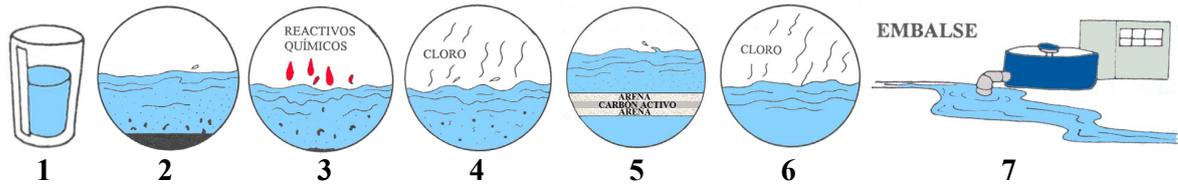
- **CAPTACIÓN:** El agua se puede recoger directamente del río a través de unas rejas que retienen las partículas sólidas más grandes que transportaba el agua del río.
- **PRE-CLORACIÓN:** se añade cloro para destruir la materia orgánica que contiene.
- **DESARENACIÓN:** se hace circular al agua lentamente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

El agua ya es potable. Ahora es bombeada a las viviendas para ser usada o consumida.

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

a) ¿De dónde proviene el agua que va a ser potabilizada?

b) ¿En qué consiste el tratamiento de potabilización? Explica las etapas más importantes de este proceso. Ordena y nombra las representadas en los dibujos:



c) Tras el tratamiento suministrado al agua, ¿se obtiene agua potable?

**Comentario A.17.** a) El agua que va a ser potabilizada proviene de los lagos, ríos, embalses o acuíferos subterráneos. b) El tratamiento de potabilización es el que se le suministra al agua para obtener agua limpia y potable, que podamos consumir las personas, para lo cual debe estar libre de gérmenes y de sustancias tóxicas que puedan causarnos enfermedades.

Las etapas más importantes del proceso son:

**Captación:** Se recoge el agua a tratar.

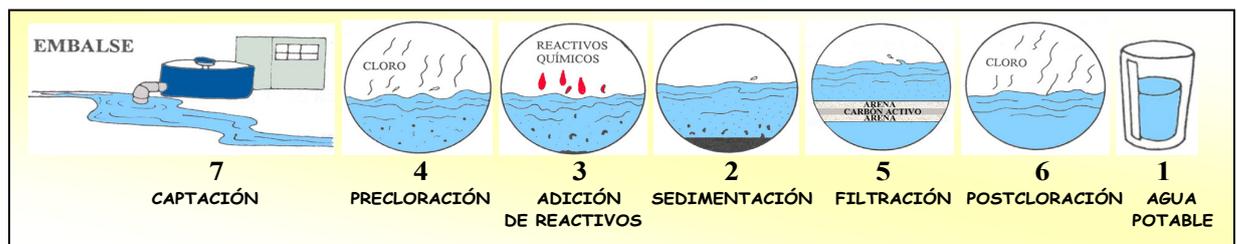
**Precloración:** Para desinfectar el agua, generalmente se añade Cloro que destruirá la materia orgánica que contenga el agua.

**Desarenación:** Se hace circular al agua lentamente para que sedimente la arena.

**Adicción de Reactivos químicos y formación de flóculos:** Para eliminar las partículas insolubles que lleve en suspensión el agua.

**Filtración:** Deja limpia de partículas al agua, si se ha utilizado carbón activo en el filtro, además eliminará malos olores y sabores.

**Postcloración:** Se desinfecta de nuevo al agua añadiendo cloro. Se puede realizar la desinfección utilizando otros desinfectantes como el Ozono.



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

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

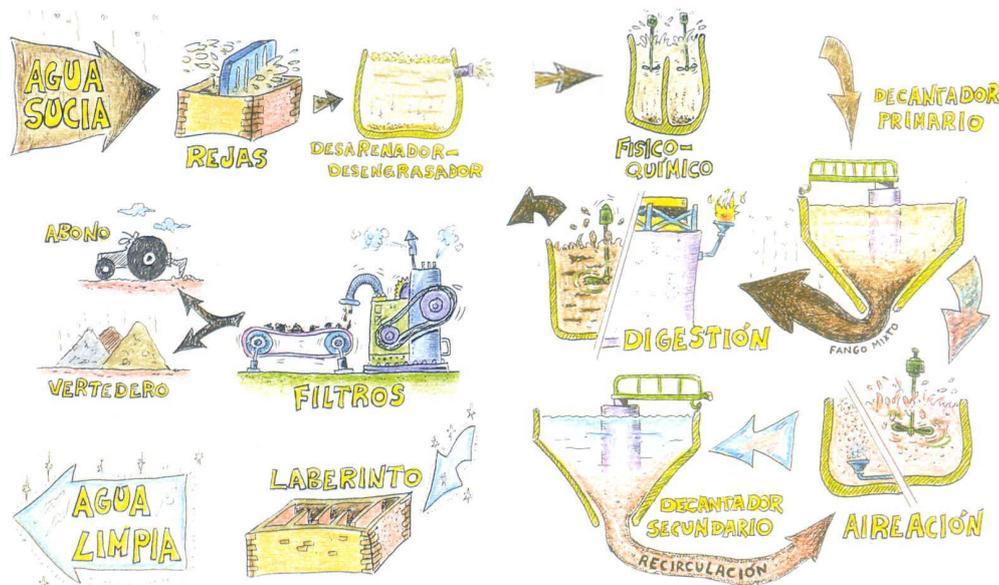
*El proceso que se lleva a cabo consta de las siguientes fases:*

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

*El agua ya está depurada y en condiciones de volver a los cursos naturales.*

- **DESHIDRATACIÓN DE LOS FANGOS:** se someten a digestión biológica y se produce en el proceso gas Metano.

3. ¿Cómo gestionamos el agua?

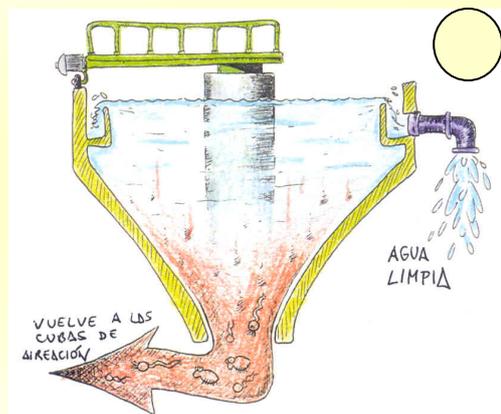


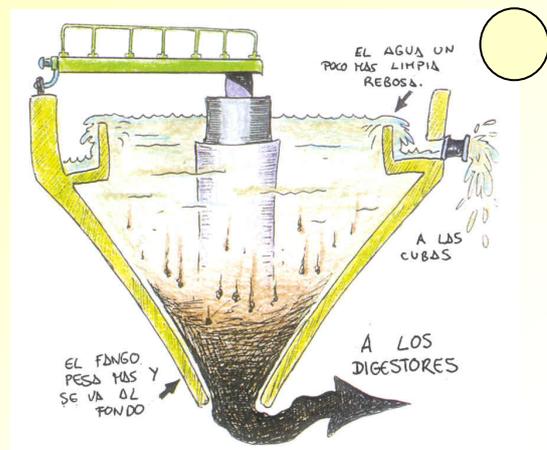
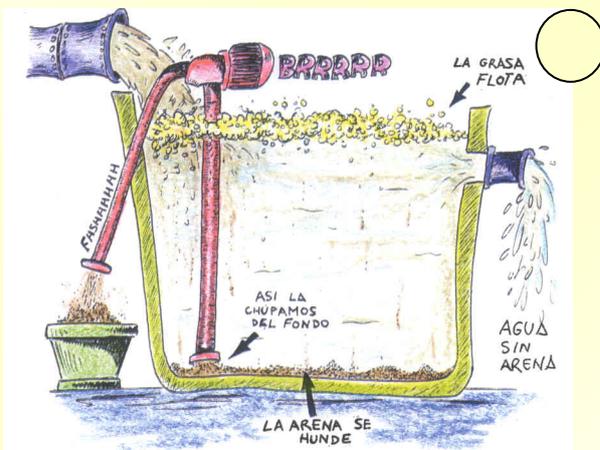
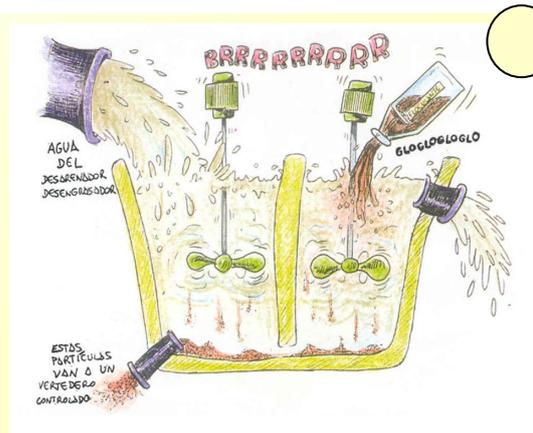
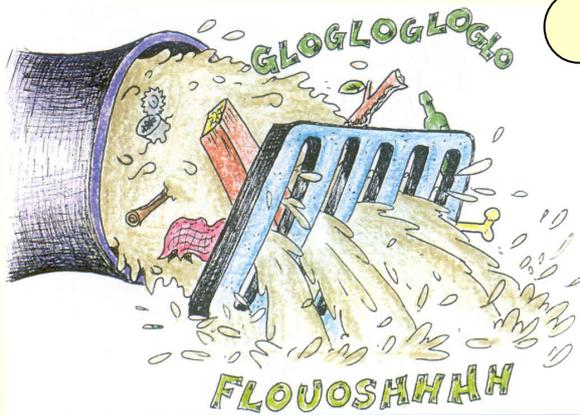
Fuente: ¿Cómo funciona una depuradora de aguas residuales? Modificado de EGEVASA

En las **Plantas Depuradoras** se **transforman las aguas residuales en aguas no contaminadas**, para que al ser vertidas en los cursos naturales no alteren el equilibrio ecológico. Por desgracia, toda el agua ensuciada no es depurada posteriormente.

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

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

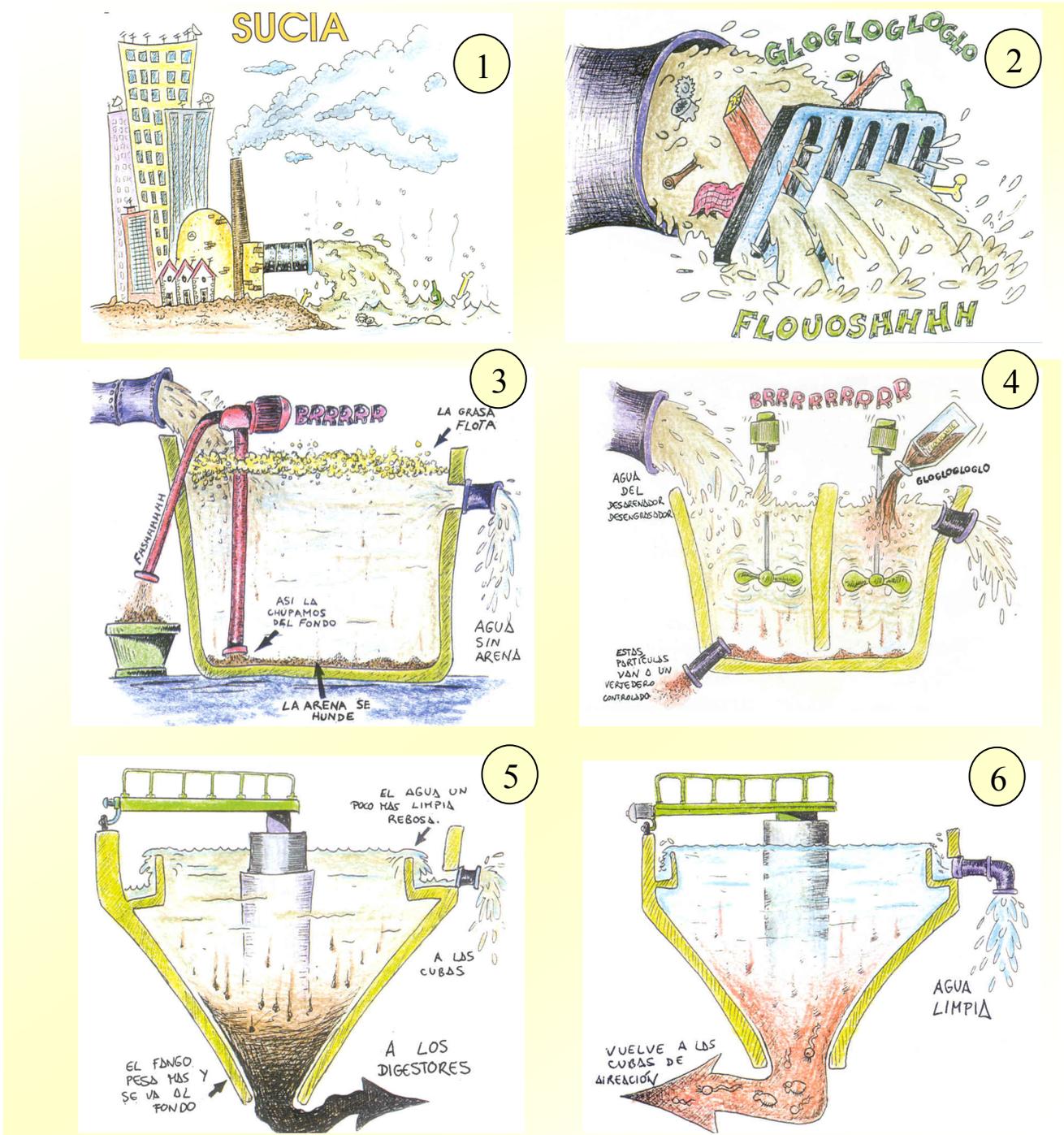




**Comentario A. 18. a)** El objeto de las depuradoras es transformar las aguas residuales en aguas no contaminadas, para que al ser vertidas en los cursos naturales no alteren el equilibrio ecológico. Para conseguirlo se limpia el agua, quitándole primero los sólidos de mayor tamaño, luego se le quita la arena y la grasa y posteriormente se le da un tratamiento físico-químico mediante el cual se le quitan las partículas insolubles que tiene el agua en suspensión. El agua ahora algo más limpia pero con mucha materia orgánica va a sufrir una digestión biológica mediante la acción de bacterias aeróbicas, tras lo cual el agua está depurada pero no ha sido desinfectada por lo que contiene bacterias, virus y puede que otras sustancias tóxicas para las personas. **b)** El agua que va a ser depurada es agua residual, puede provenir de diferentes lugares, una parte se ha producido en el uso doméstico, pero en las alcantarillas ésta se junta con el agua de lluvia, que no está limpia pues especialmente si son torrenciales se produce un lavado de las calles. Otras aguas residuales se producen en industrias, en este caso las dejan además de sucias, contaminadas por sustancias químicas o metales pesados, estas últimas aguas son depuradas en depuradoras especiales que dan un tratamiento al agua para quitarle los contaminantes.

3. ¿Cómo gestionamos el agua?

c)



d) Las aguas obtenidas en la depuradora no son potables.

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

Aunque se generen algunas sustancias tóxicas tanto en depuradoras como en potabilizadoras no podemos decir que no sean necesarias. En lugares dónde no tienen este tipo de plantas, es corriente

el que la población padezca diversos tipos de enfermedades contraídas a causa del mal estado del agua.

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

*Comentario A.19. Se desea que se constate la labor positiva que realizan depuradoras y potabilizadoras, ya que con algunas de las actividades anteriores el alumnado podría pensar que no son demasiado necesarias pero a pesar de las noticias trabajadas, no podemos dejar de valorar como fundamental el que el agua se depure y se potabilice. Si comparamos la calidad del agua potable actual con la que se utilizaba hace seis siglos, llegaremos a la conclusión de que somos unos privilegiados. Y si la comparación la hacemos con ciudades de países tercermundistas, (por ejemplo de Etiopía), nos daremos cuenta de que nuestra agua es una maravilla.*

*No obstante debemos de ser minuciosos y puesto que nuestra tecnología nos avala, mejorar nuestros sistemas para conseguir un riesgo mínimo. No importa si el agua se encarece, va en ello nuestra salud. Más caro resulta tener que consumir aguas envasadas.*

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

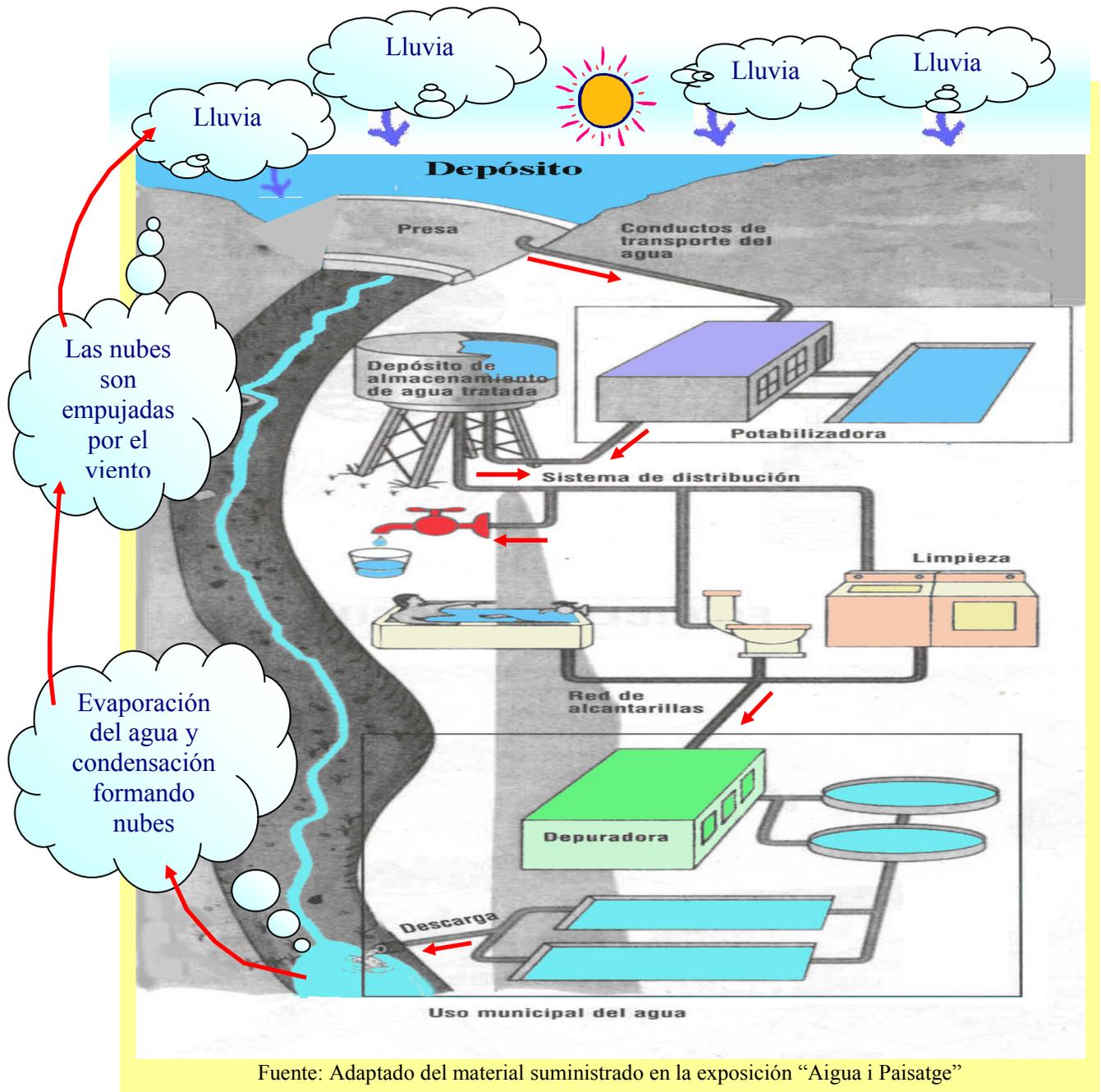
### A. A. 4. AFIANZANDO EL CICLO INTEGRAL DEL AGUA

Para reforzar tus conocimientos acerca del ciclo del agua puedes visualizar el multimedia que se encuentra en la página de Internet [http://www.egevasa.es/base\\_fr.htm?ap=1](http://www.egevasa.es/base_fr.htm?ap=1)

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

*Comentario A. A. 4. Esta actividad se ha trabajado en grupos y posteriormente se ha recogido el trabajo realizado para su corrección, en la cual se formulan preguntas sobre aquellos aspectos incongruentes. También se puede dibujar en la pizarra los itinerarios y que el alumnado razone su coherencia. Hay muchos itinerarios posibles, adjuntamos a continuación uno de los muchos que hay. El alumnado ha resuelto la actividad realizando dibujos esquemáticos o simplemente escribiendo los pasos y uniéndolos con flechas, dejando clara la secuencia realizada.*

*Parece una actividad fácil pero al alumnado por lo general le cuesta llevarla a cabo, deben de imaginarse el recorrido, el cual deben conocer previamente. Además la elaboración de esquemas les suele resultar difícil. En el caso de que al trabajar esta actividad se produzcan situaciones en las que el alumnado tenga especial dificultad en realizarla, se le podría suministrar el esquema adjunto para que buscasen en él el recorrido y posteriormente elaborasen su esquema. También podría plantearse otras actividades nuevas de refuerzo.*



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

Para mejorar la calidad de las aguas depuradas de manera a permitir su reutilización, sin llegar a convertirlas en potables, se pueden aplicar distintos tratamientos complementarios, por ejemplo:

- *Cuando hay sólidos en suspensión y turbidez: Procesos de filtración convencional en medio poroso. Microfiltración con membranas.*

- **Para evitar los microorganismos patógenos:** Desinfección por medios físicos (radiación ultravioleta, microfiltración, ultrafiltración). Desinfección por oxidantes químicos (cloro y derivados, ozono). Desinfección por lagunaje.
- **Ante la presencia de metales pesados:** Precipitación química.
- **Para combatir los compuestos de fósforo:** Precipitación química. Eliminación biológica.
- **Ante la presencia de compuestos nitrogenados:** Eliminación biológica.
- **Para eliminar los tóxicos orgánicos:** Adsorción. Ultrafiltración.
- **Ante las sales disueltas:** Osmosis inversa. Intercambio iónico.

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

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

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

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

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

Criterios de calidad biológica *Escherichia Coli*:

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

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

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

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

*Comentario A. A. 5. Lo más interesante de esta actividad es el debate que se puede generar. Facilitamos a continuación una posible respuesta: El método de desinfección elegido dependerá del uso posterior que se le quiera dar al agua ya que el uso posterior dependerá de la concentración de microorganismos que ésta posea. Quizás el ozono es el mejor desinfectante pues aunque reaccione fácilmente con las sustancias presentes no produce subproductos altamente tóxicos. La utilización de membranas es el más efectivo pero genera residuos ya que ensucia las membranas y aún es más caro que el ozono.*

*El grado de reutilización es bajísimo, lo normal es que en las depuradoras no se desinfecte el agua y como ya hemos dicho ésta contiene bacterias y virus que pueden transmitirnos enfermedades si las aguas se usan para actividades en las que éstas entren en contacto con las personas o con alimentos.*

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

#### **A. A. 6. VISITA A UNA PLANTA POTABILIZADORA O DEPURADORA**

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

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

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

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

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

**Informe de la salida: Confección de un mural explicativo, entre todos los asistentes, para mostrar al Centro Docente, fuera del aula.**

*Comentario A. A. 6. La solución propuesta para esta actividad es una de las muchas que se podrían dar, pues dependiendo del alumnado surgirán diferentes inquietudes. En primer lugar es importante que se realice en clase una preparación de la visita (en nuestro ejemplo la Potabilizadora de Manises), de este modo se fomenta un interés y se crean unas obligaciones, puesto que todo lo que averigüen, al menos lo más importante, deberán plasmarlo en el panel que posteriormente se elaborará. Si hay varios grupos clase participando en la visita se puede repartir el proceso de Potabilización de manera que cada grupo se ocupe sólo de una parte del mismo. Es muy interesante la elaboración de paneles porque obliga al alumnado a hacer síntesis (algo que generalmente le resulta difícil), en los paneles deben poner sólo lo más importante y de forma atractiva y clara para que los que pasen por el pasillo sientan curiosidad y se paren a observarlos e incluso leerlos.*

*Expondremos la solución propuesta desglosada en: a) Preparación de la visita. b) Elaboración de paneles e investigación, por parte del alumnado que no pueda asistir a la visita, de aquellos aspectos que hayan quedado sin respuesta.*

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

*Algunos ejemplos podrían ser:*

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

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

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

1. **¿El agua procedente de regar los cultivos va a la misma depuradora que la que procede del uso doméstico?** Va a la misma depuradora pero raramente, recibe el mismo tratamiento, ya que el agua potable (apta para el consumo humano) debe estar exenta de sales, pero las aguas para la industria y agricultura rara vez requieren tanta pureza.
2. **¿Qué sustancias añaden al agua para potabilizarla?** Normalmente utilizan cloro, ya que el ozono sale más caro, aparte el cloro rinde más.
3. **¿Cómo actúa el Cloro sobre la materia orgánica?** Cuando añadimos el cloro desinfectamos el agua eliminando las bacterias, virus..., pero no eliminamos las sustancias químicas que pudiese haber en el agua. Después de pasar por el desarenador se le añade el cloro que además de lo anterior va a impedir la formación de algas y va a facilitar la siguiente operación que es la decantación. Las bacterias y residuos que se eliminan van a los decantadores porque antes se le han añadido productos químicos para atraerlos y que aumenten de tamaño. En los decantadores en el fondo se depositan éstas y se inicia el proceso de floculación, después los lodos se recogen mediante unas rasquetas giratorias, luego se extraen y se eliminan.

4. **¿En qué momentos del proceso se suministra el Cloro?** Primero en la precloración después de pasar por las rejillas y el desarenador, después de filtrar el agua se vuelve a clorar, se hace en la tubería de salida de la planta.
5. **¿Cuánta agua pasa por la potabilizadora en 24 horas?** La cantidad de agua que se deriva es de  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , y en el caso de llegar más es devuelta a su cauce natural de donde se ha captado. Para saber la cantidad total de agua que pasa por la potabilizadora se multiplica  $1,5$  por  $3.600\text{s}$  por  $24$  y se obtienen  $129600 \text{ m}^3$ .
6. **¿Qué área cubre? o ¿Qué localidades se abastecen con el agua que potabiliza?** Se potabiliza en ella el agua potable de Valencia y pueblos de alrededores, pueblos cercanos a la población de la Presa, Ribarroja, Villamarchante...etc.
7. **¿Por qué no se potabiliza casi nunca el agua del Turia y se utiliza la del Júcar?** El agua no se coge del Turia porque no tiene tanto caudal, ni tanta calidad. El agua del Turia se utiliza para regadío.
8. **¿Qué demanda diaria de agua hay en la zona abastecida?** Se recogen  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$  y dependiendo de la demanda, ya que por ejemplo en verano aumenta, debido al turismo y al calor.

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

*Antes de elaborar el panel, puede solicitarseles a cada uno de los grupos implicados en la actividad un diseño de cómo piensan hacer el panel y qué contenidos incluirá. De este modo se obligan a concretar qué incluirán en las partes que les corresponda trabajar en el panel y cómo las distribuirán en la cartulina. Además se favorece que lleguen a un consenso, pues pueden haber diferentes opiniones.*

## ACTIVIDADES DE PROCEDIMIENTO

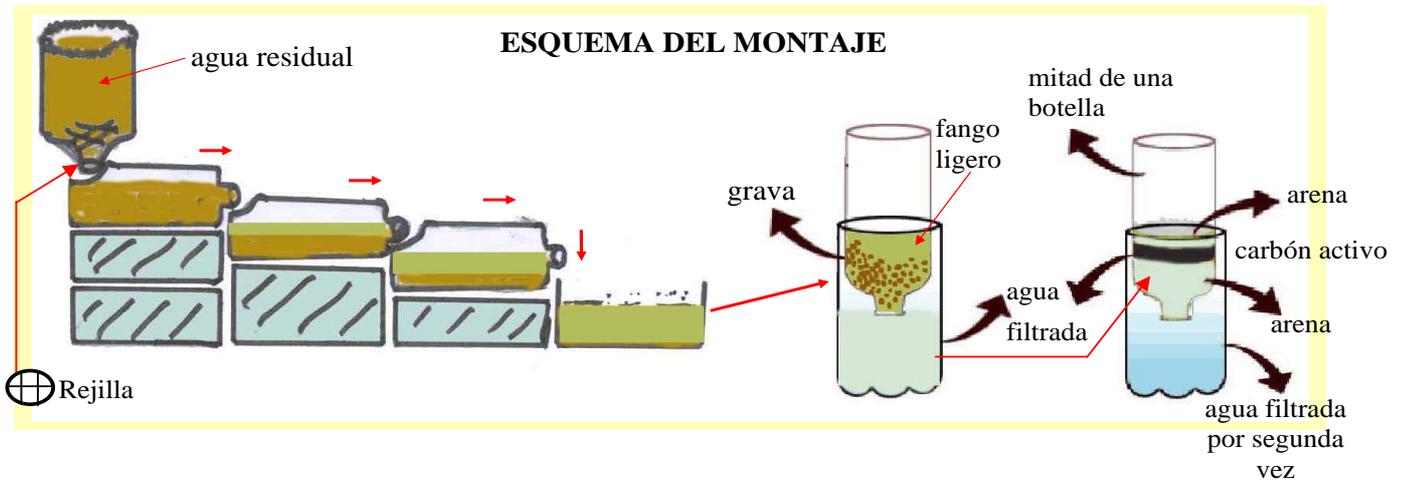
### A-P. 4. PRÁCTICA DE LABORATORIO: AUTODEPURACIÓN DEL AGUA

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

#### ***Materiales***

La mayoría de los materiales propuestos para la realización de esta práctica son reutilizados.

- *1 Kg. de arena lavada o de playa.*
- *1 Kg. de barro o arcilla.*
- *1 Kg. de grava o piedra fina.*
- *1 Caja de filtros de café medianos.*
- *300 – 500 g. de carbón activo.*
- *8 litros de agua.*
- *50 cm<sup>3</sup> de aceite.*
- *5 -10 cm<sup>3</sup> de lejía*
- *Diversos tipos de colorantes.*
- *Cola plástica.*
- *Varias hojas de periódico.*
- *Recortes de papel, cartón, plástico, hojas secas*
- *Pajitas.*
- *Clips.*
- *4 Cajas de cartón de diversos tamaños.*
- *1 Recipiente de plástico cuadrado.*
- *2 Botellas de 1 litro.*
- *5 Botellas de 8 litros.*
- *1 Cuchillo o unas tijeras.*
- *1 Vaporizador.*
- *1 Rollo de cinta adhesiva.*
- *Papel absorbente de cocina.*



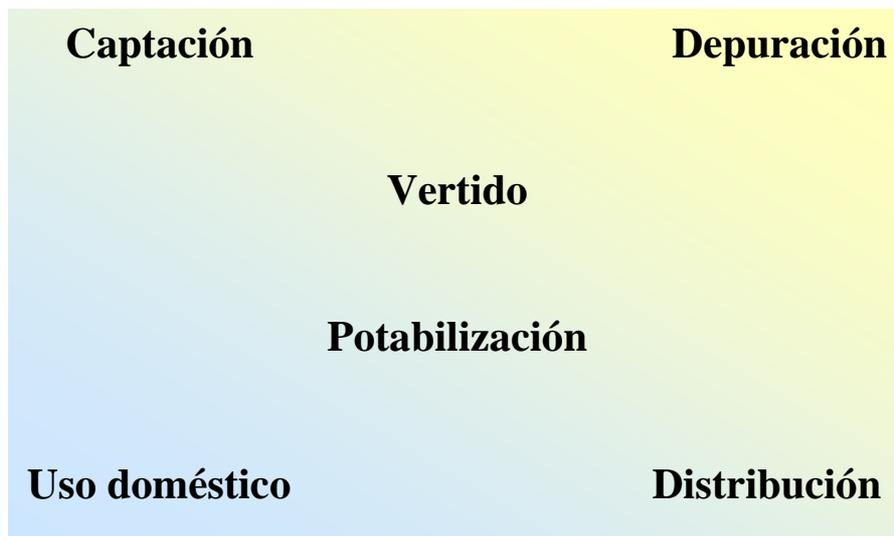
### Procedimiento

Después de realizar el montaje, tal y como indica el esquema que os hemos facilitado, procede a verter agua residual en la media botella que hace el papel de embudo, y permite gracias a la rejilla que se le ha acoplado separar los sólidos más voluminosos. Vierte lentamente las aguas residuales para que no se desborde, descansa de vez en cuando para que dé tiempo a sedimentar parte de los residuos más densos. El líquido recogido en la última cubeta gracias a la fuerza de gravedad está algo más limpio que el original, sólo ha ido pasando la parte superficial de las cubetas, quedando el líquido más sucio en la parte inferior.

El agua de la última cubeta la sometes a un primer filtrado como indica el esquema adjunto y el agua obtenido la viertes en el segundo montaje para ser doblemente filtrada con arena y el carbón activo. De esta forma ¿qué tipo de agua habrás obtenido? ¿por qué?

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

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



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

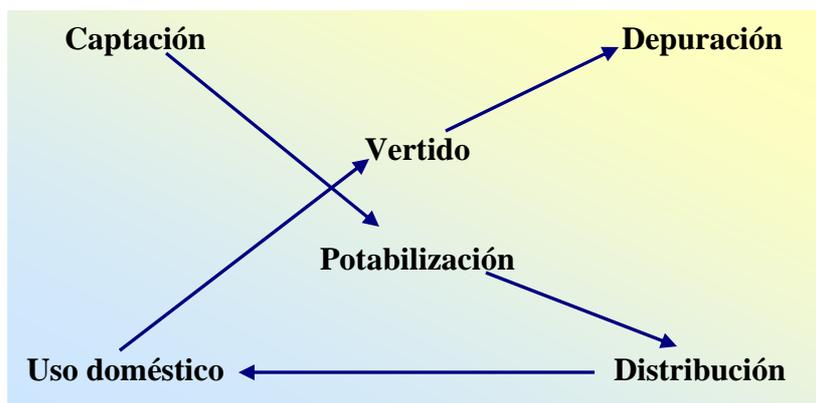
- Las depuradoras pueden permitir el reciclaje de las aguas.
- El agua depurada, resultado de nuestra práctica, se puede beber sin ningún peligro para la salud.
- La depuración no provoca efectos nocivos secundarios.
- En la naturaleza no existe ningún modo en que se depure el agua sin la intervención de las personas.
- El proceso de depuración de agua tiene como objetivo la purificación de la misma, separando o eliminando todas las materias nocivas que contenía antes de depurarla.
- El desbaste es la simple retención mecánica de los objetos voluminosos.

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

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

*Comentario A-P. 4. Es interesante poder realizar esta actividad, sobre todo si el grupo clase parece que no acaba de tener asimilados los conceptos trabajados y también es muy conveniente llevarla a cabo si el grupo con el que trabajamos es de 1º o 2º de ESO.*

a)



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

- (V) Las depuradoras pueden permitir el reciclaje de las aguas.
- (F) El agua depurada, resultado de nuestra práctica, se puede beber sin ningún peligro para la salud.
- (F) La depuración no provoca efectos nocivos secundarios.

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

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

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

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

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

Autora: C. López



*Explicando procedencias de tipos de agua*

Autora: C. López



*Vista detalle de la maqueta*

Autora: C. López



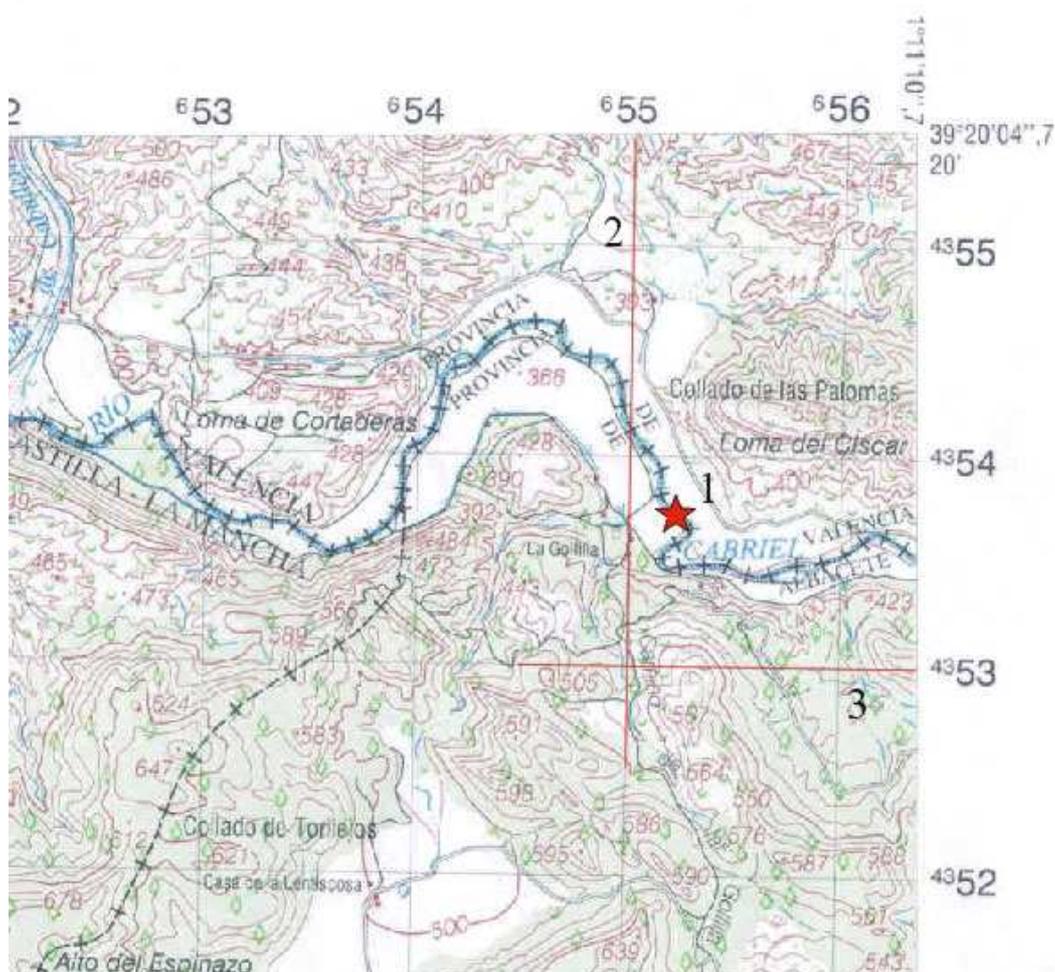
*Unas manos finas preparando el filtro*

## ACTIVIDADES DE PROCEDIMIENTO

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

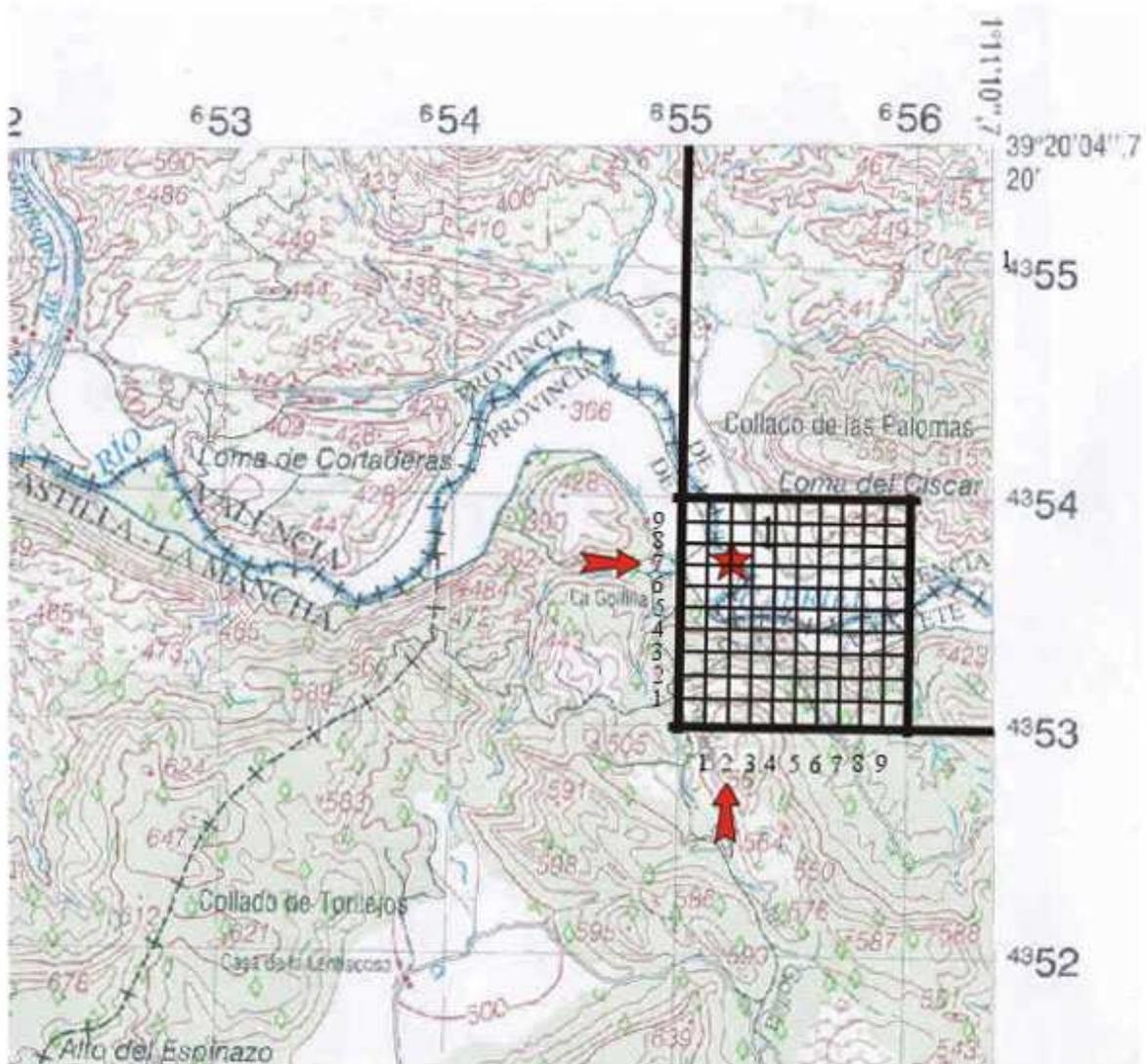
#### A-P. 5. ELECCIÓN Y SITUACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Vamos a investigar la calidad del agua de algunos tramos de un curso fluvial. Comenzamos situando en un mapa los puntos de muestreo elegidos, es interesante que dicho mapa sea topográfico del Servicio Geográfico del Ejército (SGE), a escala 1:50.000 o 1:25.000, pues permitirá que podamos obtener sus **coordenadas geográficas** (UTM). Un dato importante que podemos conseguir es la altitud a la que se encuentran los puntos muestreados, ésta coincide con la intersección de la UTM con la curva de nivel correspondiente. (Ya sabes que las curvas de nivel son líneas curvas cerradas, cuyos puntos se encuentran todos a una misma altitud).



3. ¿Cómo gestionamos el agua?  
Actividades de Procedimiento

Para encontrar la UTM de un punto (1) debes de fijarte en el valor de las líneas de la cuadrícula del mapa, concretamente de aquellas que están más próximas a la izquierda (2) y abajo (3), respectivamente al punto de muestreo, éstas te facilitan dos valores, por un lado, el de la “longitud”



(2) del punto, que está ubicado en la parte superior o inferior del mapa, y por otra la de la “latitud” (3), valor situado a la izquierda o derecha de dicho mapa. Para obtener la UTM con una aproximación de 100 m, utilizaremos una cuadrícula suplementaria que consiste en dividir cada lado del cuadrado de kilómetro en 10 partes y situar nuestro punto en la nueva cuadrícula.

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

<b>CASAS-IBÁÑEZ</b>		<b>26 - 29</b> <b>(744)</b>	
<b>DESIGNACIÓN DE LA ZONA</b> <b>30 S</b>	<b>EJEMPLO DE DESIGNACIÓN DE UN PUNTO</b> <b>CON APROXIMACIÓN DE 100 METROS</b>		
Identificación del cuadrado de 100 Km.	<b>NOMBRE DEL PUNTO</b> ▲ <b>CEJA</b>		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Búsquese la barra vertical más próxima a la izquierda del punto y léanse los números grandes que la rotulan. Estímese, en décimas partes del intervalo de la cuadrícula, la distancia de la barra al punto.</li> <li>Búsquese la barra horizontal más próxima por debajo del punto y léanse los números grandes que la rotulan. Estímese, en décimas partes del intervalo de la cuadrícula, la distancia de la barra al punto.</li> </ol>	44 5	47 6
Las cifras pequeñas del recuadro se utilizan para el cálculo. Úsense sólo los números grandes.	<b>DESIGNACIÓN DEL PUNTO</b>	445	476
	Antepónganse las letras que designan el cuadrado de los 100 Km. si hay incertidumbre en su determinación.	XJ445476	
	Antepóngase la designación de la Zona, si hay incertidumbre en su determinación.	30SXJ445476	

La UTM buscada estará compuesta por:

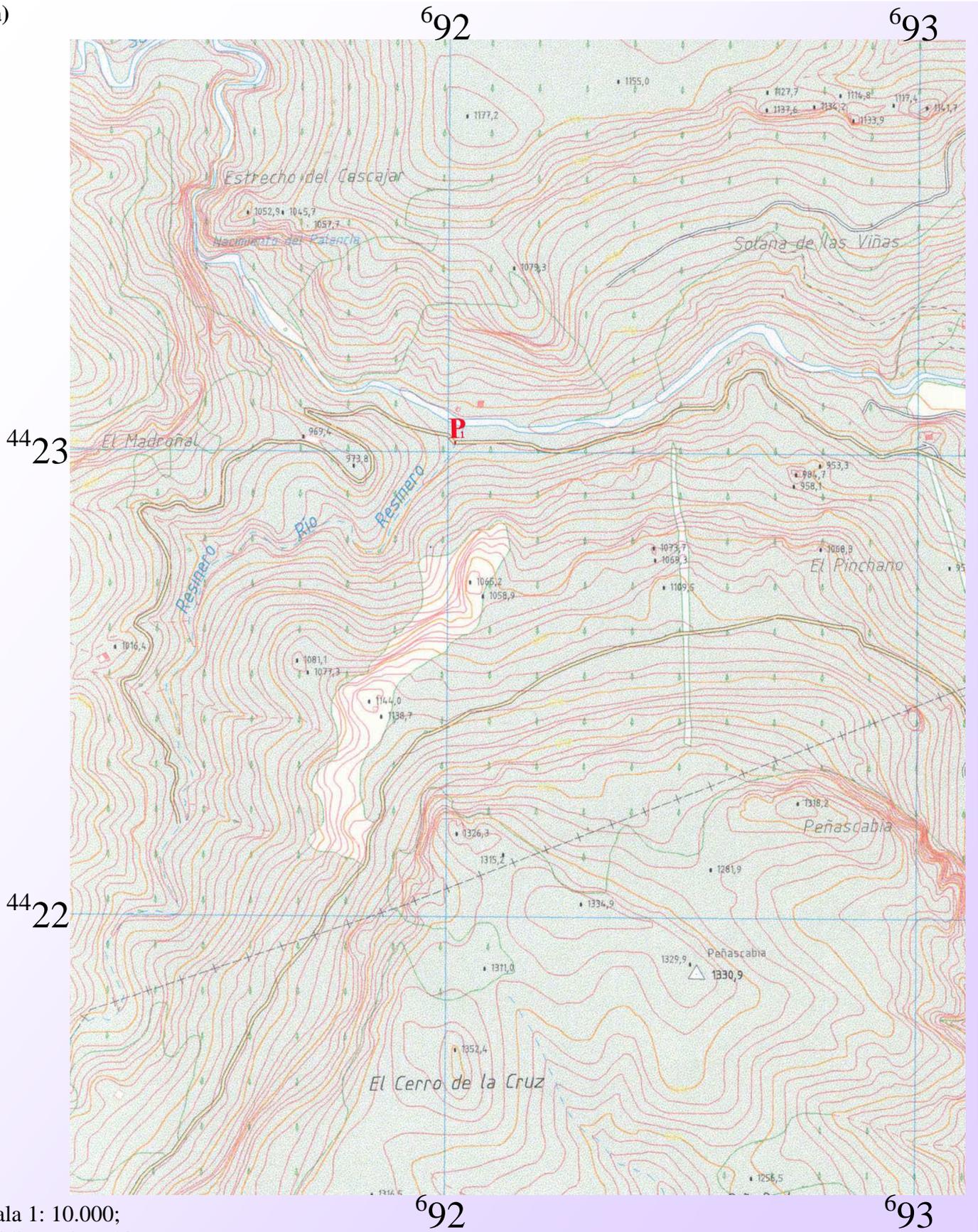
- Designación de la zona: 30S
- Identificación del cuadrado de 100 Km: XJ
- Valor de la longitud del punto que estamos situando: 552
- Valor de la latitud de nuestro punto: 537

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

- a) A modo de ejemplo te proponemos que encuentres la altitud del punto  $P_1$  ubicado en el barranco Resinero, señalado en el fragmento de mapa que te suministramos con “ $P_1$ ”.
- b) Encuentra las coordenadas UTM de “ $P_1$ ”.

3. ¿Cómo gestionamos el agua?  
Actividades de Procedimiento

a)



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

**Mapa topográfico correspondiente al Río Resinero**

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

Según la Directiva Marco Europea del Agua, se llama **estado ecológico** a la “*expresión de la calidad de la estructura y del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales*”.

La directiva se pone como objetivo

temporal el llegar a un buen estado ecológico de los ríos antes del año 2015.

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

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



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

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

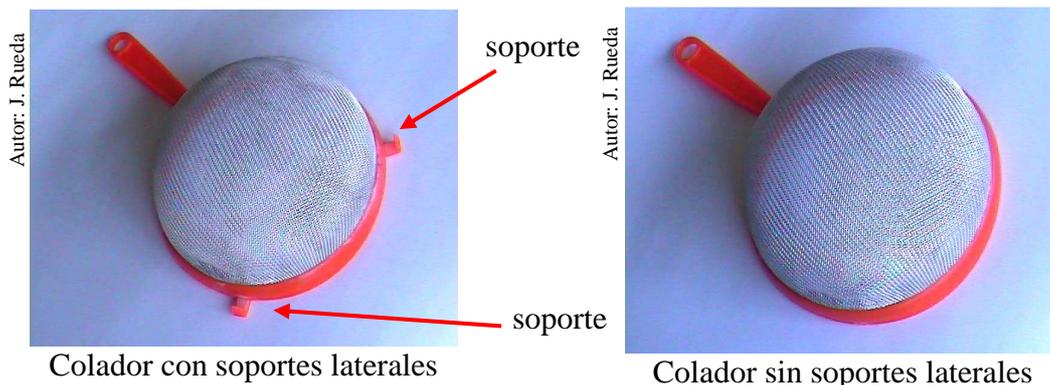
La determinación de los invertebrados presentes en el agua también nos informa de su calidad puesto que los hay que son sensibles a la

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

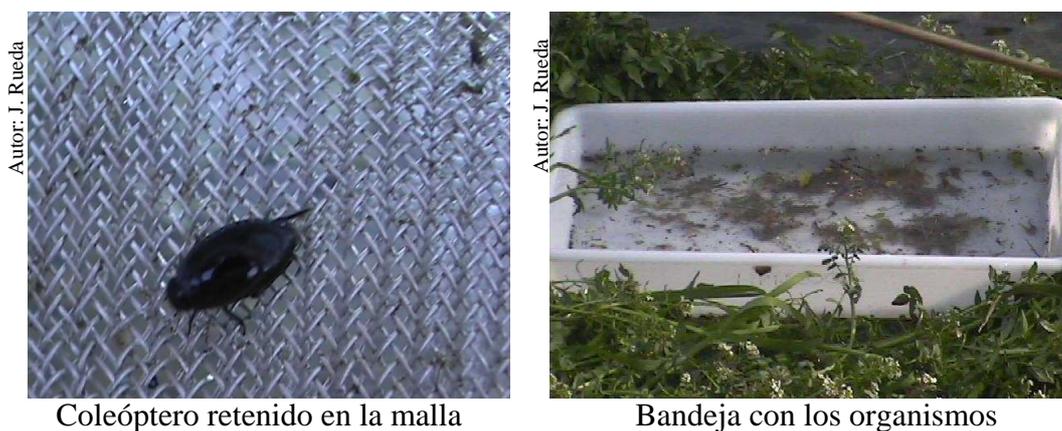
## MUESTREO DE INVERTEBRADOS

Para conocer los invertebrados presentes en una zona determinada de un curso fluvial, se realiza un **muestreo**. El objetivo del mismo es obtener un listado completo de las familias existentes en el punto seleccionado al que se denomina **riqueza faunística**. Para ello recogeremos los invertebrados existentes en los diferentes **microhábitats**, es decir, cada uno de los espacios diferenciados que encontramos en una zona determinada.

Existen diferentes **herramientas** para la recolección de los invertebrados acuáticos, pero por lo general son caros y difíciles de conseguir. En los estudios de aproximación como es el que nos ocupa nos bastará con un sencillo colador de cocina de 19,5 cm de diámetro, modificado tal y como muestran las fotografías para que los soportes no se enganchen con la vegetación acuática.



Se puede alargar el mango acoplándole un palo de escoba para facilitar los muestreos en lugares inaccesibles. En este colador el agua entra y sale por los agujeros de la malla pero los organismos quedarán retenidos en ella y los iremos depositando en una bandeja de color blanco que tenga un poco de agua del mismo río.



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

## **DETERMINACIÓN DE LOS INVERTEBRADOS**

La identificación de los invertebrados acuáticos constituye una parte importante de la labor de estudio de la calidad biológica de un río. Para facilitártela hemos confeccionado una clave dicotómica (Anexo I) en la que se encuentra la mayoría de organismos que viven en las aguas dulces y se han destacado los que son bioindicadores (Anexos I y II). También puedes utilizar el Anexo III que contiene las fichas específicas de los bioindicadores con sus correspondientes fotos en color para posibilitarte su reconocimiento.

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

## **VALORACIÓN DE LA CALIDAD**

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

Recuerda los pasos que debes seguir son:

1. Recoger los invertebrados y si se van a identificar lejos de la zona de estudio, se deben guardar en un bote etiquetado, en la que se indique la fecha, hora y lugar del muestreo.

2. Identificación de los invertebrados utilizando el Anexo I. Se confeccionará un listado con sus nombres.
3. Identificación de los bioindicadores mediante el uso de los Anexos II y III, se señalarán los organismos bioindicadores en el listado anteriormente elaborado.
4. Valoración de la calidad de las aguas, gracias a los bioindicadores señalados y a la información contenida en el Anexo IV.
5. Elaboración de un pequeño informe sobre la calidad de las aguas del río en la zona de estudio.

**Para que te inicies en el manejo de las tablas te suministramos el listado de un supuesto muestreo, a partir del mismo deberás determinar cuáles son los organismos bioindicadores indicando su tipo y posteriormente en base a su presencia valorarás la calidad biológica de sus aguas. ( A modo de ejemplo te hemos cumplimentado las dos primeras casillas de la primera tabla).**

Nombre	Tipo de Bioindicador	Nombre	Tipo de Bioindicador
Planaria	★	Gérridos	
Hidróbidos	-	Coleópteros (Adultos)	
Limnéidos		Coleópteros (Larvas)	
Esféridos		Tricópteros (Con estuche)	
Oligoquetos		Tricópteros (Sin estuche)	
Gammáridos		Hidropsíquidos	
Efeméridos		Quironómidos verdes	
Baétidos		Simúlidos	
Leptoflébidos		Tipúlidos	
Libélulas		Aterícidos	
Plecópteros		Limónidos	
Népidos		<i>Oxycera</i> sp.	
Notonéctidos		Hidrácaros	

BIOINDICADOR	TIPO	CAPTURADOS	CLASE DE CALIDAD			
Planarias	■		CLASE I (Río muy sano)	CLASE II (Río alterado)	CLASE III (Río enfermo)	CLASE IV (Río grave)
Efemerópteros I						
Plecópteros						
Tricópteros con estuche						
Blefaricéridos						
Aterícidos						
Oxycera sp						
Larvas de coleópteros	■					
Simúlidos						
Tricópteros sin estuche						
Hidrotílidos	■					
Gammáridos						
Quironómidos verdes						
Hidropsíquidos	■					
Efemerópteros II						
Ancílidos - Físidos						
Sanguijuelas						
Oligoquetos						
Quironómidos rojos						
Sírfidos						
Psicódidos	■					
Culícidos						
Ausencia de vida						
						CLASE V (Río muy grave)

La calidad de las aguas del río corresponde a la CLASE \_\_\_\_\_  
 porque básicamente encontramos bioindicadores de \_\_\_\_\_

Comentario A-P. 6. La tabla de identificación de los bioindicadores encontrados en el muestreo es:

Nombre	Tipo de Bioindicador	Nombre	Tipo de Bioindicador
Planaria	★	Gérridos	-
Hidróbidos	-	Coleópteros (Adultos)	-
Limnéidos	-	Coleópteros (Larvas)	★
Esféridos	-	Tricópteros (Con estuche)	★
Oligoquetos	★	Tricópteros (Sin estuche)	★
Gammáridos	★	Hidropsíquidos	★
Efeméridos	-	Quironómidos verdes	★
Baétidos	★	Simúlidos	★
Leptoflébidos	-	Tipúlidos	-
Libélulas	-	Aterícidos	★
Plecópteros	★	Limónidos	-
Népidos	-	Oxycera sp.	★
Notonéctidos	-	Hidrácaros	-

3. ¿Cómo gestionamos el agua?  
Actividades de Procedimiento

Bioindicador	Tipo	Capturados	Clase de Calidad		
Planarias	Azul	X	CLASE I (Río muy sano)		
Efemerópteros I	Azul	-			
Plecópteros	Azul	X			
Tricópteros con estuche	Azul	X			
Blefaricéridos	Azul	-			
Aterícidos	Azul	X			
<i>Oxycera</i> sp	Azul	X			
Larvas de coleópteros	Verde	X			CLASE II (Río alterado)
Simúlidos	Verde	X			
Tricópteros sin estuche	Verde	X			
Hidrotílidos	Verde	-			
Gammáridos	Verde	X			CLASE III (Río enfermo)
Quironómidos verdes	Verde	X			
Hidropsíquidos	Verde	X			
Efemerópteros II	Verde	X			
Ancélidos - Físidos	Verde	-	CLASE IV (Río grave)		
Sanguijuelas	Verde	-			
Oligoquetos	Naranja	X			
Quironómidos rojos	Naranja	-			
Sírfidos	Naranja	-	CLASE V (Río muy grave)		
Psicódidos	Naranja	-			
Culícidos	Naranja	-			
Ausencia de vida	Rojo				

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

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

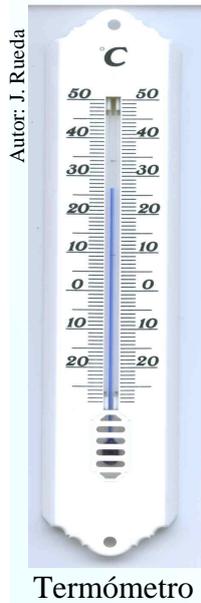
## A-P. 7. DETERMINACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

### • DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA

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

**Procedimiento:** Conectar el aparato electrónico e introducir la sonda dentro del agua, posteriormente esperar a que el valor que aparece en el visor se estabilice. Si se mide con el termómetro se debe introducir éste en el agua y mantenerlo durante unos 30 segundos. Si el río es grande puede recogerse agua en un bote e introducir en él el termómetro.

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

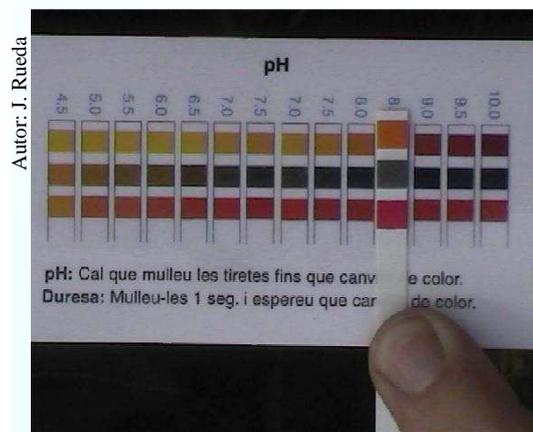


### DETERMINACIÓN DEL pH DEL AGUA

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



Peachímetro con termómetro



Tira para valorar el pH del agua

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

Si se utiliza una tira de valoración se comenzará por extraerla del envase con las manos bien secas pues las que resten pueden estropearse si se mojan. Se introduce medio centímetro del final de la tira dentro de un bote en el que previamente se ha recogido agua del río. Se espera unos 10

segundos hasta que se vea que el color de la parte sumergida se estabilice. Posteriormente se compara con la escala de colores y aquel que se asemeja más al de la tira nos dará el valor de pH.

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

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

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

### ❖ DETERMINACIÓN DE LA DUREZA DEL AGUA

La determinación de la dureza del agua se hace basándose en los miligramos de carbonato cálcico que posee el agua. Para determinar los carbonatos puede usarse el test de dureza de Aquamerck o el de las tiras indicadoras de mg de carbonatos presentes de la casa Merck.

**Procedimiento:** Explicaremos sólo el uso de la tira por considerarlo más accesible desde el punto de vista económico. Con las manos bien secas se coge una tira de las de determinación de carbonatos. Hay que tener cuidado de no tocar con los dedos la zona sensible. Se introduce la parte sensible en un bote con agua del río durante unos 2 segundos, transcurrido este tiempo se saca y se sacude el agua restante, se espera un minuto más. Se contrasta con la escala de colores el valor vendrá dado en mg de carbonato cálcico por litro de agua. *1º de dureza equivale a 17,8 mg/l de CaCO<sub>3</sub>.*



**Observaciones:**

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

Grados de dureza	Carbonatos
< 3°d	< 53,4 mg/l de CaCO <sub>3</sub>
> 4°d	> 71,2 mg/l de CaCO <sub>3</sub>
> 7°d	> 124,6 mg/l de CaCO <sub>3</sub>
> 14°d	> 249,2 mg/l de CaCO <sub>3</sub>
> 21° d	> 373,8 mg/l de CaCO <sub>3</sub>

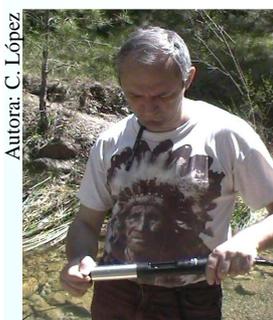
Los datos de estas tablas han sido extraídos de la guía para la inspección de los ríos del Projecte Rius.

**• DETERMINACIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO**

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

Se determinará el oxígeno disuelto mediante la utilización del oxímetro, o bien del método de Winkler usando el kit correspondiente de la casa Merck. Las instrucciones a seguir en este último caso, se encuentran en el mismo equipo.

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



Calibrando la sonda



Introduciendo la sonda



Oxímetro con termómetro

**Observaciones:** La cantidad de oxígeno en el agua es un indicador de los contaminantes químicos u orgánicos que en ellas se encuentran (purines procedentes de granjas de cerdos, fosfatos y nitratos, etc.). Si el agua se eutrofiza puede llegar a quedarse sin oxígeno. En lugares en los que el agua tiene una cantidad inferior a 5mg/l de oxígeno disuelto las truchas no pueden vivir, sin embargo las gambusias (peces más tolerantes a la escasez de oxígeno) sí podrían. No obstante, los macroinvertebrados sensibles a la contaminación necesitan de altas concentraciones de oxígeno en el agua. Por el contrario los muy tolerantes a la contaminación (en el extremo opuesto) han llegado a desarrollar órganos que les permiten captar el oxígeno directamente del aire.

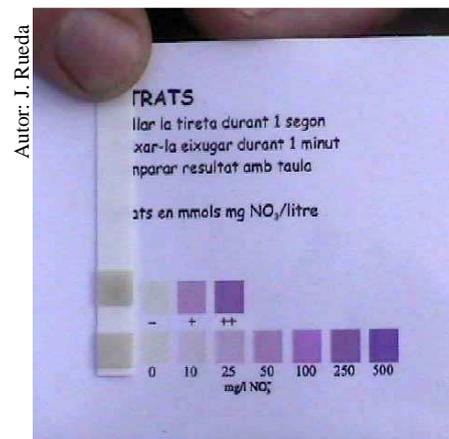
### ❖ DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE NITRATOS PRESENTES EN EL AGUA

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

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

**Observaciones:** Las aguas naturales no contaminadas, por regla general, contienen iones nitrato en concentraciones entre 0,4 y 0,6 mg/litro. En aguas contaminadas se encuentran valores de 50 – 150 mg/litro y más. Un elevado

contenido en nitratos puede indicar también contaminaciones fecales del agua. Los efectos sobre los niños son considerados graves pues producen cianosis al formarse la metahemoglobina.



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

## DETERMINACIÓN DE LA TRANSPARENCIA

Para determinar la transparencia del agua hay diferentes instrumentos pero proponemos la utilización del disco de transparencia, que se observará a través del agua que queremos estudiar.



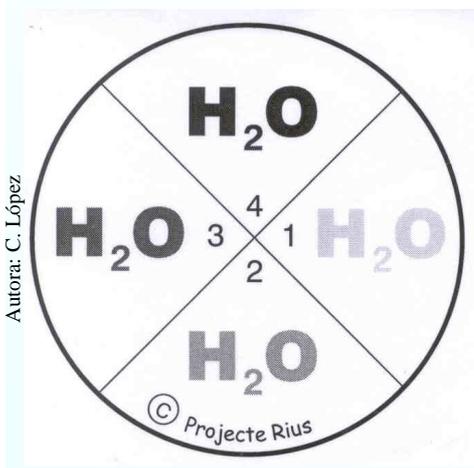
Turbidímetro

Desde antiguo se ha valorado la transparencia del agua, podemos observar la foto con el turbidímetro, instrumento utilizado antiguamente con este fin, en el que se miraba por un extremo de un tubo que previamente se había llenado con el agua que se quería determinar la turbidez y se valoraba ésta dependiendo de cómo se

veía la letra que había en el otro extremo del tubo.

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

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



Disco de Transparencia



Visualización del disco

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

Se coloca la botella sobre el disco de transparencia.

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

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

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

### 🔹 TRAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL PUNTO DE MUESTREO

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

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

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



Autora: C. López

Midiendo la profundidad



Autora: C. López

Midiendo la anchura

Por último el **caudal**, que para determinarlo necesitamos conocer el área representada por la sección que tiene el río en ese punto y la velocidad del agua. Para calcular la sección se multiplican los dos valores obtenidos de anchura y profundidad cuidando que ambos estén en centímetros, de este modo el área vendrá en centímetros cuadrados. Para calcular la velocidad media, se marcará en una de las orillas, con la ayuda de la cinta métrica, una longitud de unos 10 metros y se tirará un palito en el extremo que se encuentra río arriba, con un cronómetro o en su defecto un reloj, se mide el tiempo que tarda en recorrer el palito los 10 metros. Si dividimos los 10 metros entre el tiempo

tendremos el valor de la velocidad. Para ser más precisos repetiremos el proceso al menos tres veces y posteriormente calcularemos la velocidad media.

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

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

También debemos considerar:

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

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

**Datos químicos suministrados del agua:**

MUESTRA DE AGUA	AMONIO mg/l	NITRITOS mg/l	NITRATOS mg/l	pH	DUREZA TOTAL °d	OXÍGENO DISUELTO mg/l
<b>Palancia en el P<sub>1</sub> (Barranco Resinero) Media del P<sub>1</sub></b>	<b>0,18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>30,8</b>	<b>10,1</b>

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

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



Autora: C. López

*Comentario A-P. 7. En el punto P<sub>1</sub> la temperatura del agua es bastante inferior a 30° C, por ello no se favorece el desarrollo de microorganismos, lo que podemos constatar gracias al olor ambiental balsámico muy lejano del que emiten las aguas putrefactas. El valor 8 del pH está dentro de los valores considerados como normales para aguas naturales. El agua es dura dado su elevado contenido en carbonatos. Las aguas están bien oxigenadas y la cantidad de oxígeno disuelto favorece el desarrollo de los seres vivos acuáticos, incluso de los bioindicadores de aguas de buena calidad. La presencia de nitratos es nula. La transparencia es del 100 % lo que indica que el agua carece de partículas en suspensión, o las posee en un bajo porcentaje. Por todo ello podemos afirmar que **el agua es de buena calidad en el momento en que los parámetros fueron determinados.***

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

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

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

## **A-P. 8. ELABORACIÓN DE UN INFORME ACERCA DE LA CALIDAD DEL AGUA DE UN TRAMO DE UN RÍO**

Para hacer un informe se deben considerar los siguientes puntos:

**1° Parámetros fisicoquímicos del medio.**

**2° Datos biológicos**, considerando los seres vivos presentes en el medio acuático y en su entorno.

Este último nos informa del grado de influencia humana.

**3° Comparar los resultados fisicoquímicos con tablas normalizadas** que nos indiquen cuales son los valores normales y los problemáticos para cada uno de los parámetros.

**4° Valorar la calidad del agua utilizando índices biológicos.** A partir de los cuales se establecen diferentes calidades dependiendo del tipo de familias de invertebrados presentes en el agua.

**5° Elaboración de conclusiones** sobre lo que se ha constatado en los puntos 3° y 4°.

*Parámetros fisicoquímicos:*

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

#### Datos biológicos:

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

#### Algunas alteraciones del entorno del río:

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

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

*Comentario A-P. 8. En este punto de muestreo las aguas son transparentes, de muy buena calidad. Se ha protegido el entorno cerca de la zona inspeccionada. Es una zona virgen, no se detectan efectos antrópicos, incluso se encuentra limpia a pesar de ser zona de paso al nacimiento del río Palancia. El estado de salud del río es sano pues hemos encontrado Plecópteros y Tricópteros con estuche entre otros bioindicadores.*

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

*Con respecto a los **macroinvertebrados presentes**, destacamos la presencia de varias especies de Plecópteros y de tricópteros con estuche, lo que nos indica una buena calidad del agua en nuestro punto de muestreo.*

*Estos son bioindicadores excelentes, ya que los Plecópteros son los primeros en desaparecer cuando se incide negativamente sobre un río. Por otro lado hay que considerar que tenemos una biodiversidad elevada y esto sólo ocurre en aguas limpias. La contaminación disminuye dicha diversidad biológica favoreciendo las especies oportunistas y si ésta es extrema entonces desaparecen todos los macroinvertebrados. Esta situación no ocurre en nuestro punto de muestreo.*



#### **4. ¿USAMOS Y CONSUMIMOS EL AGUA DULCE SEGÚN UN DESARROLLO SOSTENIBLE?**

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

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

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

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

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

Seguro que alguna vez te has encontrado en una de esas poblaciones turísticas que en época de verano duplican o cuadriplican su población, es muy frecuente que en muchas de ellas se manifiesten problemas relacionados con el abastecimiento del agua potable, pues al extremado calor se le suma la gran afluencia de turistas, lo que origina una demanda de agua inusual e incomparable a la de los restantes meses del año. Además las aguas residuales generadas durante esos periodos

4. ¿Usamos y consumimos el agua según un desarrollo sostenible? \_\_\_\_\_

del año sobrepasan todas las previsiones y con las depuradoras existentes no puede abordarse el tratamiento de las aguas generadas, que deben ser vertidas en ríos o directamente en el mar.

**¿Podemos consumir toda el agua que queramos? Recuerda qué ocurre en los meses de verano en localidades que no disponen de suficiente agua para abastecer a todos sus ciudadanos. ¿Qué ocurre cuando se vierten aguas residuales en el cauce de un río?**

*Comentario A. 20. En esta actividad se pretende que el alumnado constate el problema de la falta de agua y de su mala calidad, ya que es muy fácil contaminarla. Si seguimos contaminando y gastando toda el agua disponible llegará un momento que no quedará o será de tan mala calidad que no la podremos usar.*

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

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

*Para clarificar esta actividad, sería adecuado que se realizase una práctica, sobre todo si el alumnado es de niveles bajos, consistiría en añadir diferentes cantidades de tinta de calamar a varios vasos con agua. Podrán constatar lo rápidamente que se ensucia el agua, a continuación se les plantea ¿cómo podría limpiarse?*

*Podría limpiarse, por ósmosis, calentándola hasta conseguir la evaporación del agua, recogiendo los vapores, también podría probarse a filtrarla haciéndola pasar a través de distintos tipos de filtro. Otro método para rebajar la contaminación sería el añadir más agua, no conseguimos nunca quitar la tinta pero cada vez se encontrará más diluido. Lo que **hay que recalcar es que es muy trabajoso depurar un agua, cuesta mucho menos poner los medios para no contaminarla.***

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

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

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

Narcís Prat (1997) afirma que en el caso del agua la aplicación del concepto de **desarrollo sostenible** es relativamente sencilla, ya que al tratarse de un recurso renovable el objetivo debería ser usar el recurso manteniendo la calidad y cantidad del mismo a lo largo del tiempo y del espacio. *Es necesario que tengamos claro el **concepto de cuenca** que se define como “territorio cuyas aguas afluyen todas a un mismo río”.* Para que el uso del agua de cualquier parte de una cuenca pueda afirmarse que se hace de un modo sostenible, deberá mantenerse la cantidad y calidad del agua que en régimen natural se recibiría más abajo, sin olvidar la cantidad de sedimentos que se aportarán aguas abajo, lo cual en el caso de los deltas resulta clave para su sostenibilidad.

El **agua** como **recurso sostenible** puede considerarse desde dos puntos de vista, la **cantidad disponible** y su **calidad**. Las dos partes son en realidad una sola, ya que si se dispone de agua pero

4. ¿Usamos y consumimos el agua según un desarrollo sostenible? \_\_\_\_\_

está contaminada no puede considerarse potable, equivale a no tener. La sostenibilidad futura dependerá de cómo planifiquemos y gestionemos el recurso.

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

*Comentario A.21.* Se trata de que interioricen y apliquen lo que se les acaba de decir sobre desarrollo sostenible. Aunque es obvia la respuesta después de darles el texto, pero sirve de refuerzo. Una posible respuesta podría ser: Según Ramón Folch, los **principios básicos del desarrollo sostenible**, que en su **vertiente ambiental** son los siguientes:

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

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

## A. 22. LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA

Se calcula que en los últimos 50 años, el planeta ha perdido un 11% de la superficie cultivada y que, anualmente, hasta 7 millones de hectáreas dejan de ser aptas para el cultivo o el pastoreo por la degradación de los suelos. Por continentes, la proporción de tierras agrícolas degradadas va desde un 16% en el caso de Australia, hasta un 65% en el caso africano y un



74% en el caso de América Central.

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



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

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

4. ¿Usamos y consumimos el agua según un desarrollo sostenible? \_\_\_\_\_

*inodoros tiene menos riesgo de enfermedad que el agua que bebe una familia etíope (El País 18 de marzo de 2001).*

Con fecha 28 de agosto de 2002, en la cumbre de la Tierra que se celebró en **Johannesburgo**, Sudáfrica, la Organización de Naciones Unidas afirmó, que en el mundo hay más de mil cien millones de personas que no tienen acceso al agua potable y unos 2400 millones no poseen las mínimas condiciones de salubridad.

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

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

**¿Qué podrías decir acerca de las cuencas de los ríos Duero, Tajo y Ebro? ¿En qué parte de España los ubicarías? ¿Qué conclusión sacas?**

*Comentario A.22. Se desea que el alumnado constate qué parte de España está desertizándose, para ello es interesante que relacionen los mapas ya suministrados en la actividad, así pueden valorar las cuencas que son deficitarias en agua.*

*Podemos observar en el mapa de España*



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

que nos ubica las principales cuencas, cuál es la situación de las de los ríos Duero y Tajo en Este de España y el Ebro en el Noreste, estos ríos todavía disponen de un caudal que, aunque no siempre es muy abundante, no deja a la zona en peligro de desertificación. Obsérvese el primer mapa suministrado en la teoría de esta actividad, en él pueden verse las zonas de las cuencas de estos ríos en naranja, mientras que existe una zona mucho más árida, coloreada de amarillo, en el Sur y Sureste de España, incluida la Comunidad Valenciana, cuyo colorido asemeja al del Norte de África. Ésta última, si está en peligro de desertificación.

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

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

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

El medio ambiente mundial sigue deteriorándose. Continúa la



Desertificación

Contaminación

Fuente: N° 34 de la *Revista Mètode*

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

pérdida de biodiversidad; siguen agotándose las poblaciones de peces; la desertificación avanza cobrándose cada vez más tierras fértiles; ya se hacen evidentes los efectos adversos del cambio climático; los desastres naturales son más frecuentes y más devastadores, y los países en desarrollo se han vuelto más vulnerables, en tanto que la contaminación del aire, el agua y los mares sigue privando a millones de seres humanos de una vida decente. La mayoría de estos problemas están relacionados directa o indirectamente con el agua.

4. ¿Usamos y consumimos el agua según un desarrollo sostenible? \_\_\_\_\_

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

En **Europa** el 20% de toda el agua superficial de la Unión Europea se encuentra gravemente amenazada por la contaminación. El agua subterránea proporciona alrededor del 65% de toda el agua potable europea, lo que no merecería destacarse sino fuera porque el 60% de las ciudades europeas explotan excesivamente sus acuíferos, debido a lo cual el 50% de los humedales se encuentran en “estado de riesgo”. El área de tierra regada en Europa meridional ha aumentado un 20% desde 1985.

*Fuente:* OFICINA DE PUBLICACIONES OFICIALES DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2002.

**a) Representa mediante un polígono de frecuencias la variación de la disponibilidad de agua por habitante y por región entre el año 1950 y el 2000.**

**Elabora un polígono para cada región y haz coincidir a todas las regiones en el mismo gráfico para poder compararlas.**

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

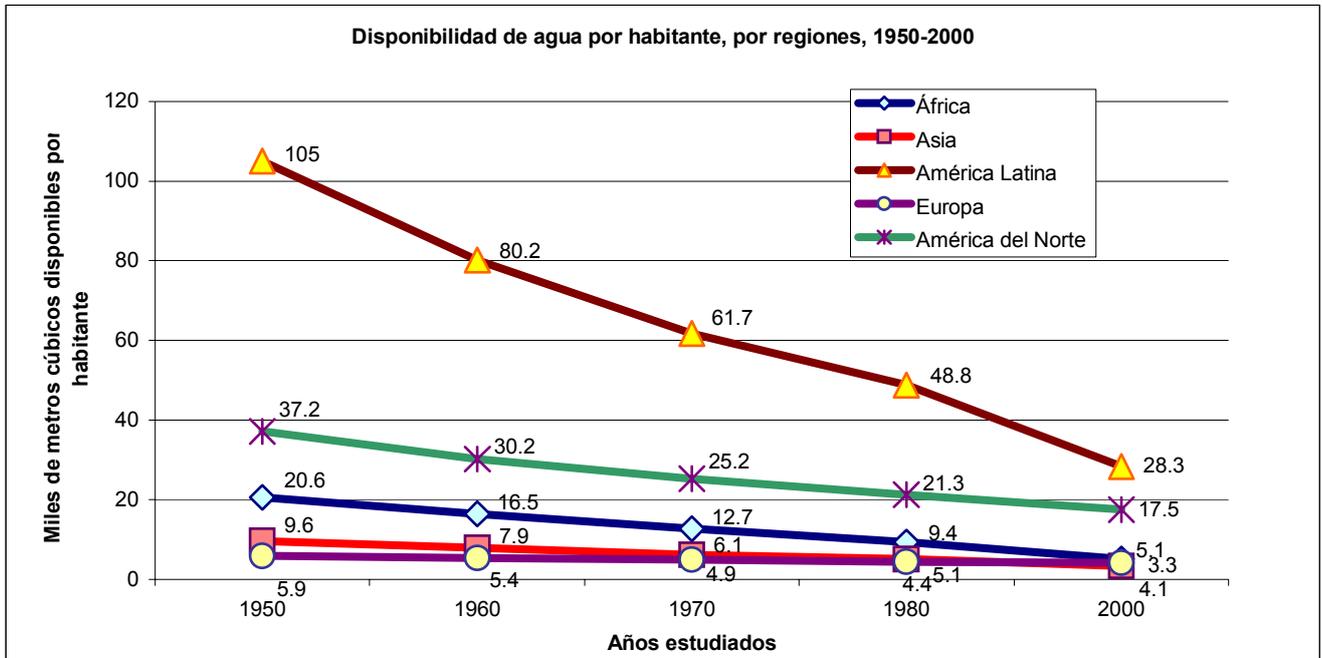
**Disponibilidad de agua por habitante, por regiones, 1950-2000**

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

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

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

**Comentario A.23. a)**



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

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

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

Aunque el agua es un tesoro para nuestro cuerpo. Nos permite vivir, nos permite lavarnos e incluso puede curar, también puede hacernos enfermar, bien porque no haya bastante o porque esté contaminada con microorganismos, virus o sustancias tóxicas y según el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) estamos ante una crisis global del agua, con fecha 14 de abril de 2003 ha señalado lo siguiente: *“Una quinta parte de la población mundial no tiene acceso a fuentes de agua segura. Cada día mueren 6 mil personas, en su mayoría niños, debido al agua contaminada. Aproximadamente 70% de toda el agua dulce extraída para el uso humano se utiliza para riego. Anualmente mueren más de un millón de personas a causa de la malaria. La mitad de humedales del mundo han desaparecido y la mayoría han sido destruidos en los últimos 50 años. Y, según estimaciones de Naciones Unidas, si persisten las tendencias actuales, para el año 2025 dos tercios de la población mundial sufrirá serios problemas de escasez de agua o prácticamente vivirá sin agua. Estos datos subrayan la urgencia para resolver los problemas que existen en cuanto al uso y manejo de un recurso natural vital para el planeta, y la importancia que debe de tener hoy para el mundo la celebración este 22 de marzo del Día Mundial del Agua.*

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

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

*Esta bacteria se halla ampliamente extendida en ambientes acuáticos naturales (ríos, lagos, aguas*

*termales, etc.), encontrándose en ellos en pequeñas concentraciones, pudiendo sobrevivir en condiciones ambientales muy diversas.*

*Para que su concentración aumente, entrañando riesgo para las personas, debe pasar a colonizar, fundamentalmente a través de las redes de distribución de agua potable, sistemas hídricos construidos por el hombre, como torres*

de refrigeración y sistemas de distribución de agua sanitaria, donde encuentra condiciones de temperatura idóneas para su multiplicación (25-45°C), protección física y nutrientes apropiados.

A partir de estas instalaciones la *Legionella* puede infectar a las personas si el agua es pulverizada en forma de aerosoles de manera que la bacteria pueda ser transportada por el aire en pequeñas gotas e inhalada por las personas. Es decir, la vía de transmisión de la *Legionella* es aérea y no se ha demostrado que exista riesgo alguno de enfermar al beber agua contaminada por *Legionella*.

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

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

*Dilluns 8 de Setembre de 2003*

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

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

Las autoridades valencianas y del Ayuntamiento de Alcoy iniciaron una investigación que determinara la causa del brote. Como consecuencia de su actuación, **se ha reali-**

**zado un censo de las torres de refrigeración,** principales agentes causantes de la expansión de la bacteria, y una **limpieza de las mismas.**

La Generalitat ha elaborado una disposición, el DECRETO 173/2000, de 5 de diciembre, por el cual se establecen las condiciones higiénico-sanitarias que han de reunir los equipos de transferencia de masa de agua en corriente de aire con producción de aerosoles, para la prevención de la legionelosis. [DOGV N°. 3893 DE 07.12.2000].

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

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



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

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

Más de cinco millones de niños mueren cada año por causa de enfermedades, infecciones y accidentes relacionados con el ambiente que los rodea. Sin embargo, con unas sencillas medidas que mejoraran su entorno se podría prevenir la muerte de niños por infecciones respiratorias agudas, enfermedades de transmisión vectorial tales como la malaria y la diarrea, y accidentes de tráfico en las proximidades de sus hogares.

• **La diarrea**, la segunda causa de muerte infantil (la primera son las infecciones respiratorias agudas), que está relacionada

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

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

con deficiencias en el suministro de agua y al saneamiento, provoca cada año 1,3 millones de muertes de niños.

**Riesgos ambientales:**

• **Acceso inadecuado a agua no apta para el consumo** se estima que en el año 2000, 1100 millones de personas carecían de acceso a una fuente mejorada de agua;

• **Higiene y saneamiento deficientes** en el mundo, unos 2400 millones de personas carecen de todo tipo de acceso a instalaciones mejoradas de saneamiento;

• **Vectores de enfermedades** la presencia de mosquitos y helmintos a menudo es consecuencia de una mala gestión de los recursos hídricos.

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

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

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

- a) ¿El número de muertos es proporcional a la preocupación que se origina en cada caso?**
- b) ¿Las responsabilidades políticas por las muertes son las mismas?**
- c) ¿Propón soluciones para evitar las muertes de niños en el mundo y valora la complejidad de las soluciones planteadas para cada uno de los dos casos? ¿En dónde se ponen más medios para resolver el problema? ¿Por qué se ponen más medios? ¿Las posibilidades económicas son las mismas?**
- d) ¿Es suficiente la ayuda que los países ricos prestan a los pobres?**
- e) Elaborad un panel donde quede recogida la puesta en común de la clase acerca de todas las respuestas.**

*Comentario A.24. Las soluciones planteadas en el texto del 7 de abril de 2003, y que no hemos querido facilitar al alumnado para que intenten encontrarlas son:*

✦ *Lavarse las manos con jabón o ceniza antes de preparar alimentos, antes de comer y después de defecar reduce considerablemente el riesgo de diarrea, incluso aunque la cantidad de agua disponible sea limitada.*

✦ *Contar en los colegios con instalaciones sanitarias salubres y con letrinas separadas para niñas y para niños incentiva su uso y reduce la transmisión de enfermedades.*

✦ *La gestión correcta de los desechos y la reubicación de los vertederos lejos de los asentamientos humanos impide que los niños urguen en la basura y se expongan a peligros.*

✦ *Almacenar el agua salubre en el hogar y tratar el agua cuando su calidad es dudosa beneficia a la salud, como se ha demostrado.*

4. ¿Usamos y consumimos el agua según un desarrollo sostenible? \_\_\_\_\_

• **Poner mallas en la puertas, ventanas y aleros, además de utilizar mosquiteros impregnados con insecticidas, es una manera muy eficaz de protegerse contra la malaria.**

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

Con el fin de controlar la actual epidemia de **cólera** y reducir al mínimo el riesgo de que se produzcan otros brotes de **enfermedades transmitidas por el agua**, como la **disentería**, la OMS, el UNICEF y otros asociados en pro de la salud han empezado una campaña de cloración para depurar el agua de 5372 pozos de Monrovia, la capital de Liberia. Fuente: <http://www.who.int/es/index.html>

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

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

Podríamos preguntarnos por qué en zonas en las que no se dispone de agua suficiente se potencian los cultivos de regadío lo que provoca sin duda, la sobreexplotación de los acuíferos. La respuesta está relacionada con la rentabilidad económica de este tipo de cultivos, a nivel de exportaciones agrarias, basta con decir que una hectárea de terreno de regadío produce **seis veces** más que una hectárea de secano y genera una renta **4 veces superior**.

<http://hispagua.cedex.es/Grupo1/Noticias/diamundial/pnr.htm#>

Conjuntamente con el consumo insostenible de agua dulce en aquellos lugares en los que para poder cultivar regadío debe sobreexplotarse los acuíferos, se debe contemplar el deterioro de la calidad de lagos, ríos y acuíferos, debido a determinadas prácticas de los sectores agropecuario, forestal cuando se produce su contaminación debida al aporte de fosfatos, nitratos, plaguicidas,

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

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

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

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

1.

2.

3.

4.

5.

6.

4. ¿Usamos y consumimos el agua según un desarrollo sostenible? \_\_\_\_\_

**Comentario A. 25.** Posible respuesta:

<b>¿Cuáles son los principales problemas que hay en el mundo a causa de la escasez y mal uso del agua?</b>
<p>1. Desertificación, que conlleva la pérdida de superficie cultivada y /o de pastoreo ≡ Falta de comida y hambre como consecuencia. Pérdida de recursos económicos. El Informe sobre Desarrollo Humano 2003 del PNUD presenta una serie de cifras y datos que califica de "bochornosos" y que deberían mover a la reflexión: Entre ellos se encuentra que más de 1.000 millones de personas luchan todavía por sobrevivir con menos de 1 dólar diario. <b>La mayoría de ellos no tienen acceso a los servicios de salud básicos ni al agua potable.</b> (<a href="http://www.manosunidas.org/ultimaHora /ultimahora.htm#Acceso">http://www.manosunidas.org/ultimaHora /ultimahora.htm#Acceso</a>).</p>
<p>2. Crisis de agua: Pérdida de biodiversidad. Menos poblaciones de peces. La demanda de agua está aumentando cada vez más, e incluso más que el número de habitantes del planeta, por lo que podemos afirmar, que por término medio a nivel individual el consumo también es mayor.</p>
<p>3. Los desastres naturales son más frecuentes y más devastadores, sobre todo para los países en desarrollo.</p>
<p>4. La contaminación del agua priva de una vida de calidad a millones de seres humanos. Tras la contaminación del agua "potable", la carencia de saneamientos adecuados y de infraestructuras que depuren y potabilicen el agua, derivará en una mala calidad de ésta, que al ser consumida por las personas enfermarán e incluso muchas morirán. El <b>80 por ciento de las enfermedades</b> en los países subdesarrollados son resultado directo del consumo de agua contaminada. Estas enfermedades provocan anualmente <b>más de 2,2 millones de muertos</b>. Fuente: (<a href="http://www.manosunidas.org/ultimaHora/dia_agua.htm">http://www.manosunidas.org/ultimaHora/dia_agua.htm</a>).</p>
<p>5. Pérdida de la calidad y cantidad de agua almacenada en los acuíferos debido a la contaminación y a la sobreexplotación que se está haciendo de ellos. Muchos de ellos han sufrido o están a punto de sufrir la intrusión marina.</p>
<p>6. Pérdida de los humedales y de toda la riqueza que encierran. En Europa el 50 % se encuentran en estado de riesgo.</p>

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

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

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

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

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

#### COLECTIVOS REPRESENTADOS

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

tanto de ellas mismas como de las comunidades receptoras.

GOBIERNOS DE ZONAS EXCEDENTARIAS: Se oponen al trasvase. El agua de estas cuencas debe servir para promover su desarrollo económico y no para incrementar el de otras regiones. Señalan que

el agua trasvasada servirá para impulsar, en las comunidades receptoras, nuevos proyectos agrícolas de regadío así como nuevas urbanizaciones y grandes espacios de ocio.

AGRUPACIONES ECOLOGISTAS: Se oponen al trasvase ya que supone graves alteraciones del medio ambiente tanto en los ecosistemas fluviales de

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

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

COMUNIDAD CIENTÍFICA: Por lo general no está conforme con el trasvase. Valora especial-

mente las repercusiones que puede tener en el medio ambiente y entre otras opciones proponen construir desaladoras. Señala que debe realizarse un estudio del impacto ambiental que se producirá con él.

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

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

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

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

### **¿Qué pretende el Plan Hidrológico Español?**

El Plan Nacional Hidrológico Español (PNHE) pretende satisfacer las necesidades de agua del

país transfiriéndola desde áreas en donde está en "exceso" hasta otras con "déficit" de agua. El

plan comprende un total de 863 actuaciones para todo del territorio español, que incluyen desde trabajos de mayor envergadura, tales como la construcción de nuevas presas, embalses, canalizaciones y regulaciones del cauce de los ríos o proyectos que aumenten la capacidad de embalses actuales, hasta actuaciones menores como los de mejora de carreteras, incremento de la eficiencia en el riego y reparación de embalses, presas y canales ya existentes.

Además de seguir usando los trasvases ya existentes (Acueducto Tajo-Segura) y promover el desarrollo de otras actuaciones, el principal bloque del PHN establece la creación de una nueva transferencia entre cuencas de 1.050 Hectómetros cúbicos anuales desde el río Ebro hacia las siguientes zonas: Cataluña (190 hm<sup>3</sup>), Comunidad Valenciana (315 hm<sup>3</sup>), Murcia (450 hm<sup>3</sup>), y Almería (95 hm<sup>3</sup>). Así, el trasvase no solo afectará a la Cuenca del río Ebro en sí mismo, sino también a las cuencas internas de Cataluña, la Cuenca del Júcar, la Cuenca del Segura y la

Cuenca Sur (un total de 5 cuencas hidrográficas), lo que requiere el desarrollo de aproximadamente 381 infraestructuras hidráulicas y otras actuaciones. El 45% de los recursos se utilizarán para abastecimientos domésticos (principalmente el área urbana de Barcelona), y los restantes volúmenes a transferir están reservados para las áreas agrícolas que tienen derechos de riego o para mejorar la calidad ecológica de ecosistemas sujetos a degradación severa en el sur de España.

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

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

### ¿Qué es un trasvase?

Un trasvase es la desviación del caudal de un río fuera de su curso natural. Un canal para riego

o un bombeo ya es un trasvase. No obstante, se habla técnicamente de trasvase cuando las aguas

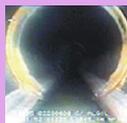
*detraídas a un río salen de su cuenca. Así, en España el trasvase más conocido es el del Tajo-Segura, que lleva aguas de la cuenca del Tajo a la del Segura en el sureste peninsular.*

*Un trasvase como el mencionado o como el proyectado del Ebro hacia el Levante supone*

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

*costosísimas obras de infraestructura con un enorme impacto social y ambiental. Hay que construir embalses de regulación y almacenamiento e inundar valles y pueblos, hay que hacer bombeos gigantescos con un alto gasto energético y construir cientos de kilómetros de canales.*

**Comentario A. A. 7.** *En el juego de rol lo más interesante es el debate que se establece, es lo que puede hacer que el alumnado se cuestione sus propias opiniones respecto al trasvase. Ponerse en lugar del que consideran su enemigo es muy positivo, pues sentirse como él, intentando defender sus opiniones e intereses en contra de los suyos propios es generador de un clima de comprensión y diálogo, imprescindible para que se resuelvan los problemas del mejor modo posible. No obstante es muy importante que preparen la interpretación y es conveniente que además de la información facilitada, realicen una búsqueda bibliográfica para intentar conseguir información extra. Incluso se pueden confeccionar rótulos que identifique a los participantes con una determinada ideología para colocarlos delante de ellos, así todo el mundo sabrá a quién identifica el que toma el turno de palabra. En la sesión anterior a la del juego de rol se hace el sorteo entre el alumnado de la clase, poniendo el mismo número de papelitos que personas haya. En los papelitos se distribuyen los roles de manera que los grupos sean homogéneos en cuanto a número de personas.*



## 5. ¿QUÉ DEBEMOS HACER PARA CONSUMIR AGUA SEGÚN UN DESARROLLO SOSTENIBLE?

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

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

La **Directiva Marco del agua de la Unión Europea** fue aprobada, tras un largo debate entre el Parlamento Europeo y la Comisión Europea, el pasado 22 de diciembre de 2000. Supone un gran reto para la gestión del agua y engloba todas las directivas anteriores sobre esta materia. Los grandes principios de esta Directiva Marco son la **cuenca hidrográfica** como unidad de gestión, que se corresponde con la unidad de funcionamiento natural del ciclo hidrológico, la **recuperación de costes en el precio del agua** que incluya los debidos a la afección medioambiental, y la consecución del "buen estado ecológico" (biológico, hidromorfológico y físico-químico) de las aguas y los ecosistemas acuáticos como garantía de cantidad y calidad del agua (enfoque ecológico para el uso sostenible del agua), la contaminación de las aguas subterránea y la eliminación en origen de sustancias peligrosas.

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

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

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

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

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

Asimismo, se analizan, principalmente sobre la base de resúmenes de estudios de casos de toda Europa, las consecuencias medioambientales del ahorro de agua, los precios, los sistemas de medición por contadores, la reducción de fugas, la sustitución del agua en procesos industriales y la reutilización de aguas residuales para fines de riego.

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

### Algunos consejos para ahorrar agua

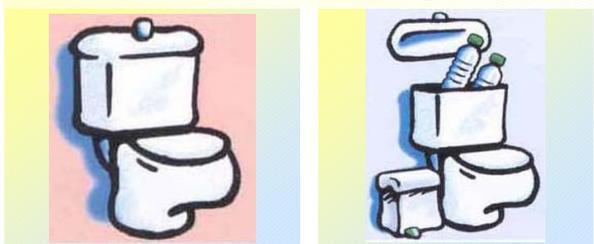
#### También en el recibo del Ahorrarás agua



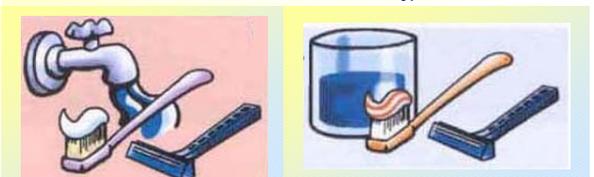
Para reducir el consumo de agua de los grifos utilizar dispositivos de ahorro



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



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



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



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

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

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

- **Utilizar dispositivos de ahorro de agua**

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



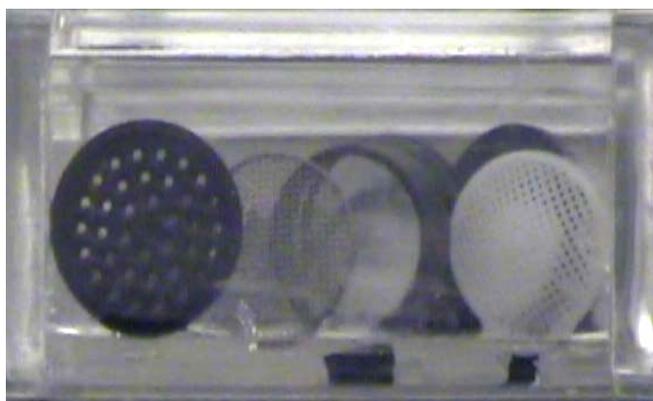
Contador ahorrador

Los dispositivos economizadores de agua para grifería pueden ser:

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

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

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



Perlizador de grifo de cocina

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



Grifo termostático

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

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

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

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

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

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

*Comentario A.26. En la mayoría de lugares no se usa y consume agua el agua según un desarrollo sostenible, aunque si se pusiese voluntad y esfuerzo por parte de todos, tanto organismos como personas podríamos conseguirlo. Sabemos que el uso de tecnologías como mecanismos de evacuación del agua del retrete de volumen reducido y dispositivos de ahorro de agua en grifos, pueden reducir el consumo de agua a la mitad para estas necesidades. Sin embargo, estos dispositivos no se utilizan de forma generalizada, lo cual se debe con toda probabilidad a una falta de información sobre dichas tecnologías y/o su coste relativamente elevado.*

*La facturación mediante contadores del consumo de agua en los hogares y la reducción de fugas en la red de distribución constituyen aspectos fundamentales de la gestión de la demanda de agua. La introducción de*

sistemas de medición permite realizar ahorros inmediatos en el uso de agua de entre el 10% y el 25% del consumo.

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

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

a) Las respuestas del alumnado pueden ser las que siguen:

<p>¿Se utiliza el agua en las ciudades según un desarrollo sostenible? Justifica tu respuesta</p>	<p>La gestión del agua en una ciudad es competencia de su ayuntamiento. No todas las ciudades gestionen el uso y consumo de agua según un desarrollo sostenible. Algunas de las posibles acciones que puede llevar a cabo un ayuntamiento para conseguirlo son:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Evitar fugas de agua potable por deterioro de la red de suministro de agua.</li><li>2. Evitar un consumo innecesario en fuentes de agua potable públicas, de manera que no mane inútilmente.</li><li>3. Evitar filtraciones de aguas residuales por deterioro del alcantarillado, lo que podría contaminar los acuíferos.</li><li>4. Evitar el vertido de residuos urbanos en lugares cercanos a los cursos de agua.</li><li>5. Tratar las aguas residuales antes de ser vertidas a los cursos de agua.</li><li>6. Evitar la utilización de agua potable para regar jardines y zonas arboladas, campos de deporte, etc. y disponer de sistemas de irrigación por goteo.</li><li>7. Evitar la utilización de agua potable en las fuentes ornamentales, pudiendo ser agua no potable y reciclarse en el circuito.</li><li>8. Controlar el estado de tuberías y los dispositivos automáticos de grifos de colegios y de otros edificios públicos.</li><li>9. Tener dispositivos de ahorro en cisternas y en grifos.</li><li>10. Hacer campañas que favorezcan el desarrollo de una verdadera valoración del agua y la comprensión de que es un recurso limitado.</li><li>11. Influir para que en el recibo del agua se favorezca un menor consumo.</li></ol>
---	--

5. ¿Qué debemos hacer para consumir Agua según un desarrollo sostenible? \_\_\_\_\_

<p>¿Se utiliza el agua en la industria según un desarrollo sostenible? Justifica tu respuesta.</p>	<p>En la industria el mayor problema es la eliminación de sus residuos que en muchos casos son altamente tóxicos y deterioran seriamente la calidad de las aguas. Podemos entender que la industria lleva a cabo prácticas según un desarrollo sostenible cuando:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Existe una depuradora que trata los residuos líquidos antes de ser vertidos a los cursos de agua.</li> <li>2. Investiga modos de obtener los productos fabricados más respetuosos con el medio ambiente.</li> </ol>
<p>¿Se utiliza el agua en el campo según un desarrollo sostenible? Justifica tu respuesta.</p>	<p>El consumo del agua en el campo es el mayor de todos y, además, la mayoría de acuíferos se deterioran con las prácticas agrarias. Algunas de las prácticas que se deberían llevar son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tener las infraestructuras que permitan regar por goteo y no por inundación, ya que además del excesivo consumo de agua se contaminan en mayor medida los acuíferos.</li> <li>2. Si el tipo de cultivo no favorece el riego por goteo, utilizar el riego por aspersión.</li> <li>3. No cultivar en secano cultivos de regadío.</li> <li>4. No sobreexplotar los acuíferos con un exceso de pozos de bombeo.</li> <li>5. Buscar modos alternativos a los plaguicidas para combatir las plagas de los cultivos.</li> <li>6. Utilizar abonos orgánicos en lugar de químicos.</li> <li>7. Ofrecer cursos formativos para los agricultores.</li> <li>8. Utilizar el agua de acequias y ríos no tirando residuos de ningún tipo en su cauce.</li> <li>9. No aterrar los humedales para obtener tierras de cultivo.</li> </ol>

**b)** Llevar a cabo campañas de sensibilización y fomento del respeto por el entorno y especialmente por este recurso vital que es el agua.

**c)** Destacamos algunas de las acciones que podemos llevar a cabo para conseguir un uso y consumo de agua según un desarrollo sostenible.

**Consumo urbano:**

- 📌 **Consumo doméstico**
- 📌 **Consumo cotidiano**
- 📌 **Regando el jardín**

### **Consumo doméstico**

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

### **Consumo cotidiano**

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

### **Consumo en el jardín**

1. *En lugar de utilizar la manguera para limpiar patios, garajes, terrazas, etc..., utilizar la escoba y el recogedor y, si es necesario, la fregona.*
2. *Al seleccionar las plantas del jardín emplear especies autóctonas.*
3. *Al regar el jardín no realizar riegos excesivos.*

5. ¿Qué debemos hacer para consumir Agua según un desarrollo sostenible?

4. No regar durante las horas centrales del día, realizar riegos por la noche o en las horas más frescas del día.
5. En los trabajos de conservación del jardín mantener los alcorques limpios, bien definidos y libres de malas hierbas.
6. Para regar árboles, arbustos y setos emplear sistemas de riego por goteo.
7. Al establecer el sistema de riego por aspersión diseñar correctamente la posición, cobertura y caudal de los aspersores.
8. Para mantener el agua de la piscina te recomendamos utilizar sistemas de depuración que permiten la reutilización constante del agua y ducharse antes de entrar en la piscina.

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

## A. 27. EL RECIBO DEL AGUA

El precio del agua se establece a partir de los costes que comporta su gestión. Una gestión que incluye todos los servicios del ciclo del agua, desde que se capta en los ríos o embalses, hasta que llega a los grifos de las casas y desde allí hasta que se depura y se devuelve al medio natural.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

AGUAS DE VALENCIA S.A. (SUMINISTRO)		TASAS Y CANONES	
CUOTA DE CONSUMO AGUA	43,93 p 30 M3 1.318,00	TASA DE ALCANTARILLADO (A)	35,00 p. 30 m3 1.050,00
CUOTA DE SERVICIO	848,00 p 1 un 848,00	C. REG. JUCAR-TURIA (K)	2,50 p. 30m3 75,00
I.V.A.	2.166,00 pts al 7,00% 152,00	C.SANEAMIENTO C.GONS. (L)	28,30 p. 30m3 849,00
		C.SANEAMIENTO C.SERV. (L)	478,00 p. 1 un 478,00
	<b>1</b>		<b>3</b>
	2.318,00		2.452,00
OMNIUM IBERICO, S.A. (INSTALACION) 01999FC1491400		NOMBRE APELLIDO APELLIDO	
CONSERVACION DE CONTADOR	104,00 p 1 un 104,00	CALLE	
I.V.A.	104,00 pts al 16,00% 17,00	CODIGO POSTAL, POBLACION	
	<b>2</b>	A01 088082 00003	
	121,00		
		<b>TOTAL</b>	
		<b>4.891,00</b>	

Tras observar la tabla adjunta responde a las cuestiones planteadas:

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

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

*Comentario A. 27. Se refleja en esta actividad la política de ahorro de agua al fijar el precio del recibo de manera que si se consume una pequeña cantidad de agua se paga a un precio muy inferior el metro cúbico que si el gasto es elevado.*

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

5. ¿Qué debemos hacer para consumir Agua según un desarrollo sostenible? \_\_\_\_\_

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

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

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

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

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

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

**c)** Se fomenta más el ahorro en Alicante y menos en Badajoz. Podemos constatarlo al comparar los precios del agua en todas las ciudades y observar que la de Alicante pasa de ser la más cara en un consumo elevado de agua a ser la más barata en consumo reducido. Mientras que el agua de Badajoz tiene siempre el mismo precio independientemente del consumo que se realice.

**d)** El agua debe contemplarse como un patrimonio a proteger, por ello es necesario que se tenga en cuenta el principio de la Directiva Marco relativa al agua que dice que se ha de llevar a cabo una política de fijación de precios que incentive el ahorro y que el contaminador debe pagar para que se pueda tratar el agua que haya ensuciado. Por tanto, el sentido que tiene establecer bloques de consumo de agua con un precio diferente y

creciente, para cada uno de los bloques, es el de fomentar el ahorro, ya que conforme se gasta más cantidad de agua se paga a mayor precio el metro cúbico.

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

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

f) La respuesta depende de la ciudad en que se viva.

## A. 28. LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE

El agua es un tesoro para nuestro cuerpo. Nos permite vivir, lavarnos e incluso puede curar. Desde antiguo se sabe que ciertas aguas cargadas de sales minerales y otras calientes (termales), pueden curar enfermedades. Hoy se siguen utilizando determinadas aguas, con fines terapéuticos, por ejemplo para curar enfermedades de riñón o digestivas

Aunque en muchas ciudades se puede beber el agua del grifo, algunas personas prefieren consumir aguas embotelladas, que generalmente son aguas minerales naturales, y se obtienen de un manantial. En su composición hay una cantidad variable de minerales.

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

- **Aguas de mineralización muy débil:** residuo seco de hasta 50 mg/l
- **de mineralización débil:** residuo seco de hasta 500 mg/l
- **de mineralización fuerte:** residuo seco superior a 1500 mg/l
- **bicarbonatadas:** más de 600 mg/l de bicarbonato
- **sulfatadas:** más de 200 mg/l de sulfatos
- **cloruradas:** más de 200 mg/l de cloruro
- **cálcicas:** más de 150 mg/l de calcio
- **magnésicas:** más de 50 mg/l de magnesio
- **fluoradas, o que contienen fluoruros:** más de 1 mg/l de fluoruros
- **ferruginosas, o que contienen hierro:** más de 1 mg/l de hierro
- **bivalente aciduladas:** más de 250 mg/l de  $\text{CO}_2$  libre
- **sódicas:** más de 200 mg/l de sodio. Las indicadas para dietas pobres en sodio no deben sobre pasar los 20 mg/l de sodio.

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

Las **aguas de mineralización más baja son las más adecuadas**, en general, para los ancianos, las personas con problemas renales y los niños especialmente si se trata de un bebé. Se recomienda para estos casos que sea agua **sin flúor y con muy bajo contenido en Nitratos** (como mucho, 10 mg/l, la OMS establece como nivel máximo tolerable el de 50mg/l).

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

#### **Mineralización y dureza.**

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

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

#### **Nitratos, bien.**

*La actividad de ciertos microorganismos y procesos enzimáticos puede provocar la*

*reducción de los nitratos a nitritos. Los nitritos son capaces de formar nitrosaminas en el organismo por combinación con aminos procedentes de otros alimentos, y son supuestamente cancerígenos.*

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

Continuando con las determinaciones físicas, la concentración máxima de amoníaco en las aguas potables de consumo público es de 0,5 mg/L. El amoníaco presente en el agua potable no tiene importancia inmediata sobre la salud, si bien puede dar lugar a la formación de nitritos en

los sistemas de distribución, crear problemas de sabor y olor y poner en peligro la eficacia de la desinfección.

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

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

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

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

<b>Resultados analíticos de las aguas de consumo público agrupados por provincias</b>									
Población	Total residuo seco	Valores analíticos en mg/l							
		Calcio	Magnesio 50 mg/l valor máx. autorizado	Flúor 1.5 mg/l valor máx. autorizado	Nitratos 50 mg/l valor máx. autorizado	Sulfatos 250 mg/l valor máx. autorizado	Cloruros 250 mg/l valor máx. autorizado	Sodio 200 mg/l valor máx. autorizado	Potasio 10 mg/l valor máx. autorizado
		Dureza: Ca + Mg							
Benidorm									
Alicante									
Badajoz									
Cullera									
Paterna									
Sagunto									
Valencia									
Castellón									

**Ayudándote de la información facilitada en esta actividad, interpreta la tabla precedente valorando la calidad del agua de las ciudades basándote para ello en la información suministrada con respecto a sus contenidos mineralógicos:**

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

***Comentario A.28.** La valoración de la calidad del agua “potable” de diversas ciudades es una actividad compleja, para hacerlo hay que tener en cuenta los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano establecidos en el Real Decreto 140 /2003 de 7 de febrero, BOE nº 45.*

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

<b>Resultados analíticos de las aguas de consumo público agrupadas por provincias</b>									
Población	Total residuo seco	Valores analíticos en mg/l							
		Calcio	Magnesio 50 mg/l valor máx. autorizado	Flúor 1.5 mg/l valor máx. autorizado	Nitratos 50 mg/l valor máx. autorizado	Sulfatos 250 mg/l valor máx. autorizado	Cloruros 250 mg/l valor máx. autorizado	Sodio 200 mg/l valor máx. autorizado	Potasio 10 mg/l valor máx. autorizado
		<b>Dureza: Ca + Mg</b>							
Benidorm	163,3	74,4 mg/l Agua blanda		-	4,2	48,8	23,1	11,7	1,1
Alicante	967,64	170,5 mg/l Agua dura <b>supera valor máx autorizado de Magnesio</b>		0,04	13,9	461,0 <b>supera valor máx autorizado</b>	209,4	112,5	0,3
Badajoz	1,25	0 mg /l Muy blanda		0,25	1,0	-	-	-	-
Cullera	704,39	209,5 mg/l Agua dura <b>supera valor máx autorizado de Magnesio</b>		0,29	65,5 <b>supera valor máx autorizado</b>	288,5 <b>supera valor máx autorizado</b>	88,0	51,0	1,6
Paterna	812,29	207 mg/l Agua dura		0,29	33 Supera el valor de calidad (25)	338 <b>supera valor máx autorizado</b>	124	107	3,0
Sagunto	1.191,99	332 mg/l Agua muy dura <b>supera valor máx autorizado de Magnesio</b>		0,29	84 <b>supera valor máx autorizado</b>	591 <b>supera valor máx autorizado</b>	112	70	2,7
Valencia	475,88	154,0 mg/l Agua dura		0,28	6,0	219	53	41	2,6
Castellón	478,42	161,9 mg/l Agua dura		0,32	20,0	218,0	55,2	17,0	6,0

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

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

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

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

Autor: J. Rueda



Agua eutrofizada del río Bolbait Chella (Valencia)

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

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

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

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

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

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

#### **El agua contaminada causa de muerte**

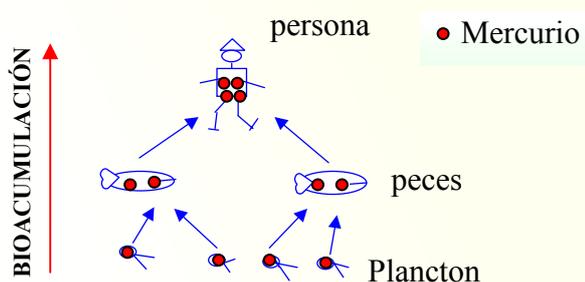
Un informe del Fondo Mundial para la Vida Silvestre dado a conocer en la Cumbre Mundial

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

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

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

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



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

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

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

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

### **Contaminación de las aguas**

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

*Comentario A. 29. Se pretende que el alumnado se ponga en situación de resolver problemas reales, con la finalidad de que desarrolle su capacidad de razonamiento. Una posible respuesta puede ser:*

*a) Los acuíferos determinan la calidad del agua que bebemos en muchas zonas de nuestra geografía puesto que no todas las ciudades tienen acceso al agua de ríos, lagos o lagunas y en estos casos se usan y consumen las aguas de los acuíferos. La calidad del agua de éste dependerá de los filtrados que reciba y de la naturaleza de los terrenos por los que haya pasado el agua hasta llegar al mismo. Generalmente el agua de lluvia es la que recarga los acuíferos, pero podrá salinizarse si hay sales en la superficie del suelo o componiendo las diferentes capas que atraviere hasta llegar al mismo.*

*b) Frenar el que se siga contaminando los acuíferos con nitratos u otras sustancias químicas, para conseguirlo los agricultores deberían modificar sus prácticas pasando a:*

*♣ Utilizar fertilizantes orgánicos, o “lombrices rojas” como productoras de abono biodegradable.*

*♣ Utilizar sistemas de riego por goteo, en los que se reduce el aporte de nitratos porque el fertilizante se pone directamente en el agua, de este modo se abona sólo la zona que se desea.*

*c) Si se aportase gran cantidad de agua, por ejemplo con la lluvia, se reduciría la concentración de nitratos por lo que el acuífero estaría menos contaminado. El problema es, que en la Comunidad Valenciana llueve poco, y cuando llueve, como el suelo de los campos está muy contaminado, el agua que se infiltra arrastra más nitratos y productos químicos.*

*d) Las aguas subterráneas son más difíciles de contaminar que las superficiales, pero una vez contaminadas es mucho más costoso depurarlas porque el ritmo de renovación es mucho más lento que el de las superficiales.*

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

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

*e) 1. Mayor escasez de agua de la que había. La zona puede llegar a quedarse sin agua, si esa es la única fuente que posee.*

*2. Empeoramiento de la calidad de las aguas de sus acuíferos ya que al ir vaciándose de agua dulce los acuíferos, van siendo invadidos por agua salada proveniente del mar, produciéndose el fenómeno de la intrusión marina y quedan inutilizados para el uso humano.*

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

## **A. 30. REALIZANDO UNA INVESTIGACIÓN ACERCA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE**

Muchos son los temas que dentro del consumo de agua potable pueden ser objeto de estudio. La crisis de agua que estamos sufriendo en el mundo y también en la Comunidad Valenciana hace que resulte especialmente interesante el realizar investigaciones acerca de este problema. Por ello te proponemos que investigues en torno al uso y consumo de agua dulce que realiza el alumnado de tu Centro de estudios.

### **ELECCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Imagínate que formas parte de un equipo que realiza encuestas para el INE (Instituto Nacional de Estadística), y con tu investigación se pretende suministrar información a uno de los siguientes organismos, empresas o colectivos:

-  Empresas que se dedican a la venta de agua envasada, y quieren saber las preferencias de los consumidores: tipo de envase (grande o pequeño, forma del mismo, color, tipo de material, etc.), componentes del agua, para relacionarlos con la salud de las personas o su edad (a los bebés se les debe suministrar agua con poco residuo seco), ¿se bebe agua envasada porque se desconfía de la calidad del agua del grifo?

5. *¿Qué debemos hacer para consumir Agua según un desarrollo sostenible?* \_\_\_\_\_

- Ayuntamiento de la localidad donde vives, que quiere averiguar la demanda de agua potable en un momento determinado, o la cantidad de agua que consumen sus ciudadanos, o la valoración que hacen del agua del grifo.
- Grupo ecologista, que le interesa saber si las personas piensan que ahorrar agua es importante, si procuran gastar la mínima cantidad de agua: ¿disponen en sus casas de dispositivos de ahorro de agua, de filtros, etc.) Si consumen agua potable envasada en plástico de tipo PVC.
- Consellería de Sanidad y Consumo, que se interesa por las medidas higiénicas de los ciudadanos. Por ejemplo ¿se lavan las manos después de usar el inodoro? ¿Usan el jabón o sólo con agua? ¿Tienen acondicionadores de aire en casa? ¿Qué mantenimiento les suministran?

Lo expuesto son ejemplos que sólo pretenden daros ideas para que propongáis vuestro tema, no tiene que ser obligatoriamente ninguno de los expuestos. Realizar una investigación sobre el tema elegido entre todo el grupo clase.

**Tras reflexionar sobre lo expuesto y debatirlo con tus compañeros completad:**

**La investigación la titulamos:** \_\_\_\_\_

**Pretendemos averiguar:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**El organismo interesado en nuestra investigación es:** \_\_\_\_\_

## • ELABORACIÓN DE LA ENCUESTA

Comenzareis redactando las cuestiones y escribiéndolas en el ordenador. La encuesta debe tener un mínimo de 7 preguntas y se recomienda que no sea demasiado larga. Se repartirán los subtemas que abarca la investigación para que las cuestiones no sean coincidentes. Al redactar la encuesta hay

que tener en cuenta que un factor determinante en el comportamiento de las personas frente al consumo y uso del agua puede ser la edad y el sexo, por lo que debe quedar reflejado en el cuestionario.

## **• CONSTITUCIÓN DE LA MUESTRA Y REALIZACIÓN DEL MUESTREO**

Una vez redactadas y escritas las encuestas se procederá a la realización del muestreo, para ello se elegirán por sorteo las personas que constituirán la muestra, teniendo en cuenta que todos los grupos clase deben estar representados en la misma proporción. Se comenzará por fijar el nº de personas que constituirá la muestra. Se recomienda que sea 100, pues este número facilita los cálculos posteriores.

Para poder realizar un muestreo al azar, debemos de conocer el número de alumnos de nuestro Centro, porque ese valor constituye la población total. Se necesita también de una lista de cada uno de los diversos grupos clase. Se calcula con una simple regla de tres la cantidad de personas a las que hay que pasar la encuesta en cada una de las clases. Posteriormente se sortea a quién de cada clase se le pasa la encuesta y se procede a suministrarle un cuestionario para que lo cumplimente.

## **• TABULACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Cada grupo de trabajo elaborará una plantilla y en ella vaciará la información contenida en las encuestas. Posteriormente se elaborarán tablas con los datos obtenidos que nos sirvan de resúmenes.

## **• REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS**

Se elegirá el tipo de gráfico más adecuado para lo que se desee representar.

## **• ELABORACIÓN DEL INFORME**

Se elabora un informe que incluya las preguntas, el resumen de los datos obtenidos, los gráficos realizados y el análisis de las respuestas.

## DIFUSIÓN

A partir del informe se pueden elaborar unos paneles con la información más destacada. Se ubicarán en los pasillos para ofrecer la información a todo el Centro. Se puede pensar otros modos de difundir el trabajo y llevarlo a cabo (Asociación de padres, prensa, otros centros docentes, etc.)

*Comentario A. 30. Aunque son muchas las posibles respuestas, a modo de ejemplo suministramos la que podía haber sido la de uno de los pequeños grupos:*

*La investigación la titulamos: “Opiniones de los consumidores frente al consumo de agua envasada”.*

*Pretendemos averiguar: Lo que la gente consume, si agua envasada o del grifo. Las razones que alega para cada posibilidad. La opinión de las personas acerca de los tipos de envases, especialmente los plásticos y en particular los PVC. ¿Compran el agua sin importarle la naturaleza del envase?. Las preferencias de los consumidores en torno a la reutilización de envases con retorno del precio pagado por el mismo o acerca del uso de envases desechables con opción a ser reciclados.*

*El organismo interesado en nuestra investigación es: Una empresa que envasa agua en PVC.*

*No suministramos información acerca de la encuesta y resultados por ser demasiado específica de la investigación elegida.*

### **A. 31. EL AGUA DULCE PUEDE ACABARSE ¿QUÉ PODEMOS HACER?**

*La revista Newton realizó, en el año 2001, una entrevista a **Ramón Llamas**, (Catedrático de Hidrogeología. de la Universidad Complutense de Madrid y uno de los mayores expertos en recursos hidráulicos), con respecto a los problemas de escasez de agua que se padecen en algunos lugares del mundo, afirmó: “**El agua puede acabarse**. Mientras en el resto del mundo el uso total de agua dulce (incluyendo el riego) asciende a 1800 litros por persona y día en España es de 3290, casi el doble que la media Mundial. Los tres países del mundo que más agua consumen son: **Estados Unidos, Japón y España**”.*

¿Conoces alguna ciudad que haya planificado el uso y consumo del agua según un desarrollo sostenible? Investiga el procedimiento que se sigue en tu localidad o en alguna localidad próxima, puedes preguntar en la concejalía del medio ambiente del ayuntamiento de esa ciudad y/o en la Diputación de su provincia.

Elabora con la ayuda de tu grupo un informe de vuestra investigación.

**Comentario A.31.**

*Un caso real, el de la ciudad de Alicante en la que se está consiguiendo un ahorro de agua importante, al mejorar las infraestructuras y concienciar a sus ciudadanos.*

**A. 32. RELACIONANDO CONCEPTOS**

a) Realiza un pequeño informe sobre la problemática que puede existir en tu localidad acerca del agua.

b) Elabora un mapa conceptual en el que relaciones los conceptos principales aprendidos en esta unidad. Para ayudarte te suministramos la lista adjunta, puedes incluir algún otro si lo deseas.

\* *Agua potable*

\* *Agua Contaminada*

\* *Consumo y uso según un desarrollo sostenible*

\* *Depuración*

\* *Energía calorífica*

\* *Evaporación*

\* *Agua residual*

\* *Potabilización*

\* *Hidrosfera*

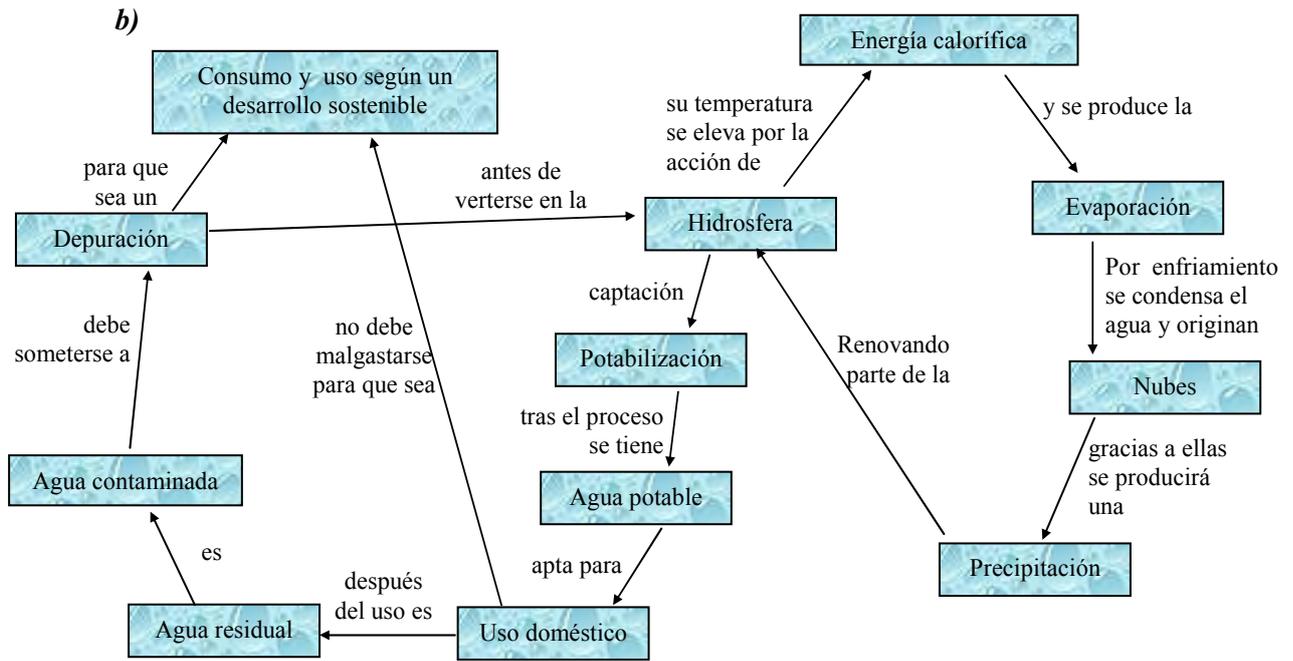
\* *Uso doméstico*

\* *Nubes*

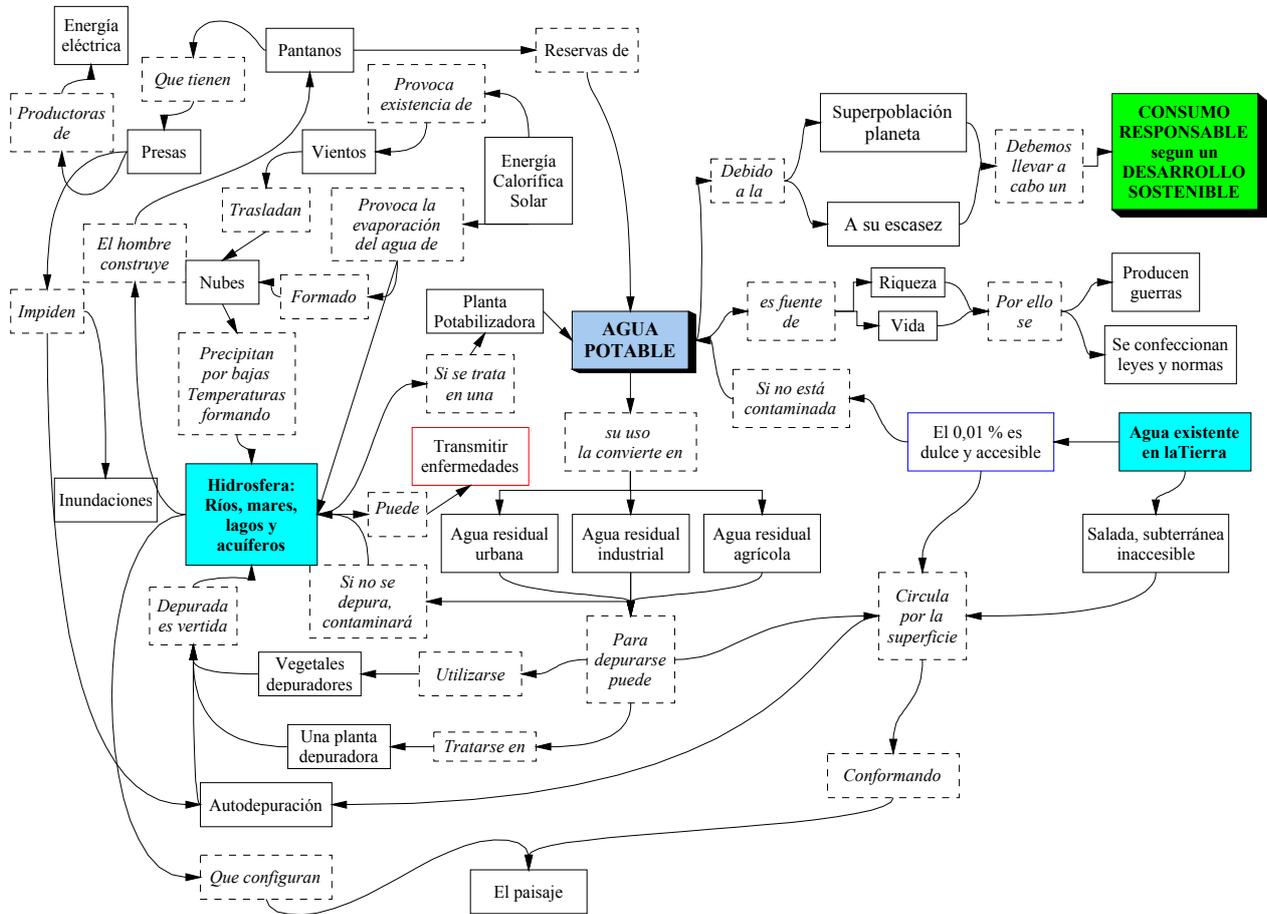
\* *Precipitación*

**Comentario A. 32. a)** Respuesta facilitada en el comentario de la actividad de refuerzo propuesta para esta actividad.

5. ¿Qué debemos hacer para consumir Agua según un desarrollo sostenible?



Se facilita el mapa conceptual adjunto con el fin de que si se decide incluir otros conceptos también estén contemplados.



## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

### A. A. 8. DISEÑO Y REALIZACIÓN DE UN JUEGO QUE CONTEMPLE ALGUNOS CONCEPTOS DE LOS TRATADOS EN ESTA UNIDAD

Con esta actividad pretendemos que reflexiones acerca de lo que hemos trabajado sobre el agua y lo apliques elaborando un juego, puede ser un juego de cartas o una especie de Oca o de Escalera o algo que te inventes, la imaginación es determinante en esta actividad.

Debe ser un juego instructivo, estaría bien que fuese atractivo y divertido de manera que las personas que jueguen aprendan y se conciencien sobre los problemas del agua. Tened en cuenta el siguiente proverbio de Indonesia *“Conservamos sólo lo que amamos, amamos sólo lo que entendemos y entendemos sólo lo que nos han enseñado”*.

Lo **primero** que deberás plantearte es **el tema y el enfoque** que le vas a dar. Por ejemplo puedes elegir el ciclo integral del agua y premiar a los jugadores que hagan bien las cosas: los que no tiren vertidos en los ríos, en este caso el llevar los vertidos a la depuradora representará ganancia de puntos si se trata de cartas, ascenso de casillas si se trata del juego de la escalera. También puedes decidir penalizar algunas conductas inadecuadas. Anota todas las consideraciones que quieras tener en cuenta.

En **segundo** lugar **lo diseñarás haciendo un boceto**, es decir un dibujo de lo que quieres conseguir. Al dibujo le añadirás todas las explicaciones que consideres necesarias para que cualquier persona que desconozca tu idea comprenda a la perfección lo que quieres construir e incluso pudiese construirlo.

En **tercer** lugar **expondréis los dibujos y explicaciones** a los restantes miembros del grupo, posteriormente por consenso **elegiréis el que os parece más adecuado** o entre todos elaborareis un nuevo diseño teniendo en cuenta las ideas interesantes que hayan sido propuestas en las exposiciones.

En **cuarto lugar pasareis a construirlo**, utilizando los ordenadores del aula de informática y los programas gráficos que sean adecuados. Si no se dispone de ordenadores se pueden recortar figuras de propagandas o dibujarlo a mano alzada o con instrumental de dibujo dependiendo de lo que se trate.

En **quinto** lugar escribiríais con claridad **las reglas que hay que aplicar** para jugar.

**Por último realizareis una partida** con vuestro juego y **lo valorareis**, así mismo pediréis a otros compañeros de vuestra clase que lo **experimenten** y os cuenten su **parecer** acerca del juego.

Algunas temáticas que podríais considerar son:

- Algunos de los itinerarios posibles que realizaría una gota de lluvia dependiendo de dónde caiga. (Se pretendería reforzar y fomentar el conocimiento acerca del ciclo integral del agua).
- Uso y consumo del agua según un desarrollo sostenible. ¿Qué hacer para ahorrar y no contaminar el agua? (El objetivo sería que se aprendiesen o recordasen conductas positivas de respeto hacia el agua y el medio ambiente).
- Importancia del agua para la vida. (El agua es indispensable no hay vida sin agua pero a veces no somos lo suficientemente conscientes de que nos podemos quedar sin agua y entonces la vida de los seres vivos incluida la nuestra peligraría, por ello se pretende fomentar la valoración acerca del agua).

### EJEMPLOS DE CARTAS



Contaminación del mar parte anterior



Contaminación del mar parte posterior



No utilizar la lavadora con poca carga, porque así se derrocha el agua.

#### CONSUMO



Es la fase del uso efectivo por parte de la población, en su mayoría usuarios particulares, aunque también vital para comercios e industrias situados en la red urbana.

**Diseña y elabora el juego que te hemos propuesto y las instrucciones del mismo.**

*Comentario A. A. 8. Se adjunta un juego como muestra.*

*Instrucciones:*

# LA VIDA EN EL RÍO

**OBJETIVO:** Eres un salmón que tiene que ir desde el mar (casilla de salida) hasta el nacimiento del río (última casilla) para desovar y luego regresar al mar otra vez.

A través del juego vas a pasar por ciudades, depuradoras, presas, colectores y diferentes casillas que simulan situaciones que te puedes encontrar en cualquier río.

**CÓMO JUGAR:** Cada jugador tiene una ficha (cada uno de diferente color) y un dado. Se hará un sorteo para ver quién comienza el juego y luego seguirá el situado a la derecha y así sucesivamente. Hay que tirar el dado y contar tantas casillas como éste indique. Según en la casilla que caigas puede sucederte una cosa u otra.

**CASILLAS DE INTERÉS:**

4- El río pasa por una ciudad y está muy contaminado. Mueres y vuelves a empezar.

3- Está lloviendo, se recargarán acuíferos y se regarán los campos. Avanzas rápidamente hasta la casilla número 13.

5- 15- 25- Te pierdes por las tuberías de una depuradora o potabilizadora y apareces dos casillas más atrás.

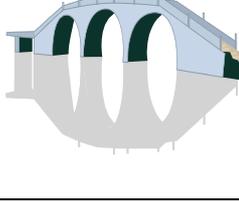
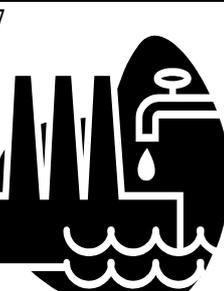
7- 10- 14- 21- 27- Estás en una zona de vertidos agrícolas, industriales u otros. Te pones enfermo y el río te arrastra dos casillas atrás.

9- 18- Estás en una presa o pantano. Tienes que esperar a que abran las compuertas. Dos turnos sin tirar.

11- 16- 23- Pasas por un tramo del río que tiene un pueblo cerca que contamina un poco el agua. Caes enfermo y estas un turno sin tirar.

28- 19- 12- Un pescador o algún depredador te ha cazado. Estás muerto, vuelve a la casilla de salida y empieza otra vez.

El ganador será el primero en completar todo el recorrido, o sea, llegar hasta el nacimiento del río y volver al mar. ¡¡¡Buena suerte!!!

1 SALIDA 	18 	17 	16 	15 
2 	19 	28 	27 	14 
3 	20 	29 	26 	13 
4 	21 	30 LLEGADA 	25 	12 
5 	22 	23 	24 	11 
6 	7 	8 	9 	10 

### **A. A. 9. ELABORACIÓN DE LA CARTA DEL AGUA 2003 DE NUESTRO CENTRO**

Como colofón de nuestra unidad nada mejor que la redacción de la carta del agua que representa vuestras concepciones acerca de lo que debe hacerse cuando se hace uso y consumo del agua según un desarrollo sostenible. Para ello se escribirá ordenadamente según la relevancia de todo aquello que haya que realizarse para conseguirlo.

Es importante que la reflexión acerca de las acciones que se van a requerir en ella se haga individualmente para posteriormente ponerlas en común y por consenso intentar encontrar la carta que represente mejor vuestras opiniones.

Se puede escribir en un panel y exponerse en un pasillo para que trascienda al resto del centro, podéis añadir una hoja con vuestros nombres y firmas y espacio para que otros compañeros y compañeras puedan adherirse.

**Elaborad ahora vuestra carta del agua teniendo en cuenta el modo con que el Consejo de Europa hizo en Estrasburgo (Alemania) sus afirmaciones en el año 1968.**

*Comentario A. A. 9. Facilitamos la carta del agua proclamada por el Consejo de Europa en Estrasburgo el 6 de mayo de 1968.*

**FRASES DE LA CARTA DEL AGUA EUROPEA**  
**Proclamada por el Consejo de Europa en Estrasburgo el 6 de mayo de 1968**

1. *No hay vida sin agua; es un bien valioso, indispensable para todas las actividades humanas.*
2. *Los recursos del agua dulce no son inagotables, es imprescindible preservarlos, controlarlos y, si es posible, aumentarlos.*
3. *Alterar la calidad del agua significa perjudicar la vida del ser humano y del resto de seres vivos.*

4. *La calidad del agua debe preservarse con niveles adaptados al uso al cual se destine y debe satisfacer las exigencias de la salud pública.*
5. *Cuando el agua, después de haber sido utilizada, vuelva a su medio natural, no debe poner en peligro otros usos posteriores, ya sean públicos o privados, a los cuales se destine.*
6. *La conservación de una cubierta vegetal adecuada, preferentemente de tipo forestal, es esencial para la conservación de los recursos del agua.*
7. *Los recursos del agua deben inventariarse.*
8. *La gestión correcta del agua debe ser objeto de un plan diseñado por las autoridades competentes.*
9. *La conservación del agua implica un esfuerzo creciente de investigación científica, de formación de especialistas y de información pública.*
10. *El agua es un patrimonio común que tiene un valor que debe ser reconocido por todos. Todo el mundo tiene la obligación de ahorrarla y de utilizarla correctamente.*
11. *La gestión de los recursos del agua debe inscribirse en el ámbito de la cuenca natural más que en el de las fronteras administrativas y políticas.*
12. *El agua no tiene fronteras. Es un recurso común que requiere una cooperación internacional.*

AUTOEVALUACIÓN

y

EVALUACIÓN

## ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. La superficie de terrestre está cubierta por agua en un:
  - a) 54 %
  - b) 65 %
  - c) 71 %
  
2. El porcentaje que representa el agua dulce con respecto al total de la existente en la Tierra es aproximadamente:
  - a) 4 %
  - b) 3 %
  - c) 13%
  
3. La cantidad de agua que existe en la Tierra desde su formación:
  - a) ha aumentado
  - b) ha disminuido
  - c) se ha mantenido estable
  
4. El agua en la Tierra la podemos encontrar en estado:
  - a) líquido
  - b) sólido y líquido
  - c) sólido, líquido y gaseoso
  
5. ¿Qué cantidad de agua consumes cuando tomas un baño?
  - a) 30 litros
  - b) 200 litros
  - c) 400 litros

6. El cerebro de un ser humano está compuesto por:
- a) un 50 % de agua
  - b) un 70 % de agua
  - c) un 90 % de agua
7. Un árbol adulto bombea cada día:
- a) de 10 a 35 litros de agua.
  - b) de 35 a 40 litros de agua
  - c) de 50 a 100 litros de agua
8. Por término medio una persona adulta bebe 1,5 litros de agua al día que evidentemente gastará sudando, exhalándola o perdiéndola con las heces o la orina. Si hace calor o realiza ejercicio físico deberá beber más. ¿Aproximadamente qué cantidad de agua habrá pasado por su cuerpo al cabo de un año?
- a) 200 litros
  - b) 550 litros
  - c) 1000 litros
9. ¿Qué tipo de agua es desaconsejable beber?
- a) agua destilada.
  - b) agua mineral
  - c) agua de manantial
10. En ocasiones el agua dulce contiene metales pesados que la contaminan y causan enfermedades en los seres vivos que la consumen. Señala la opción verdadera:
- a) El envenenamiento por mercurio puede producir la muerte o graves daños en el cerebro.
  - b) El plomo se fija a los huesos y en cantidades tóxicas la producción de glóbulos rojos se verá afectada. El envenenamiento en niños puede derivar a lesiones cerebrales permanentes.
  - c) El envenenamiento por cadmio puede provocar daños en el hígado, los riñones y el bazo.
  - d) Todas las anteriores son ciertas.

## RESPUESTAS A LAS ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. c).            2. b).            3. c).            4. c).            5. b).  
6. c).            7. c).            8. b).            9. a).            10. d).

## ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

**A. E. 1. ¿Por qué es imprescindible el agua para todos los seres vivos? Explica las características que presenta el agua que hacen esto posible.**

**A. E. 1. Comentario para el profesorado:** Pretendemos que el alumnado relacione entre sí las diferentes características del agua que se han trabajado en el bloque “Características del agua” y que elabore una síntesis de éstas así como de las consecuencias que tienen en los seres vivos.

**A. E. 2. a) Imagínate que una gota de lluvia ha caído en la potabilizadora que sirve agua a tu ciudad, elabora el itinerario que realiza hasta salir por un grifo de tu casa. b) Si la gota de agua se cuele por el desagüe, ¿qué posible itinerario tendría que hacer hasta volver a salir por el mismo grifo?**

**A. E. 2. Comentario para el profesorado:** Esta actividad requiere haber trabajado previamente la ubicación de las plantas potabilizadoras que sirven agua a la ciudad. El alumnado puede elaborar los itinerarios escribiendo el nombre de los lugares por donde puede pasar la gota, o haciendo dibujos esquemáticos que los represente. En conjunto, en esta actividad se le pide que reproduzca un esquema del ciclo integral del agua.

**A. E. 3. a) Elabora un listado con las ventajas e inconvenientes de los transvases. b) Hay regiones con escasez de agua ¿qué método recomendarías para resolver este problema? c) ¿A favor o en contra de los transvases? Explica tus argumentos y contextualiza tus respuestas en una comunidad como la valenciana y para un transvase como el del Ebro**

**A. E. 3. Comentario para el profesorado:** Para esta actividad se le puede suministrar al alumnado un texto que tenga una determinada orientación, de este modo podrá discrepar o asentir lo que se afirma con mayor facilidad, no obstante al haberlo trabajado en clase debe poseer respuestas. Es obvio que en el apartado c) se valorará la forma de argumentar pues cada cual es libre de opinar.

**A. E. 4. Define los términos: a) Consumo de agua según un desarrollo sostenible. b) Agua residual. c) Recurso renovable.**

**A. E. 4. Comentario para el profesorado:** Se le pide al alumnado que conozca conceptos básicos de los ya trabajados.

**A. E. 5. Enuncia las diferencias que existen entre el tratamiento que recibe el agua en una planta potabilizadora y el que recibe en una planta depuradora. Destaca de dónde procede el agua en cada caso y cuál es el destino y uso que podría dársele al agua tratada en cada una de estas plantas.**

**A. E. 5. Comentario para el profesorado:** Fundamentalmente se pide que afirmen que el agua de la potabilizadora no contiene gérmenes patógenos (bacterias, virus, parásitos), ni tampoco toxinas. El agua ha sido desinfectada con la potabilización. En una planta depuradora el agua no es desinfectada por lo que no es potable. El agua que llega a una potabilizadora procede del río, embalse o pozo (en el caso de la potabilizadora de Manises generalmente procede del río Júcar porque el agua del Turia es de peor calidad además de que se necesita para regar los campos lindantes) El destino del agua después de potabilizada es ser suministrada a las poblaciones y empresas cercanas. En el caso de la depuradora, el agua es residual y procede de las alcantarillas,

agua fecal de las viviendas mezclada con la del lavado de las calles. Su destino, una vez depurada, puede ser muy variado dependiendo del grado de depuración pero nunca puede servir como agua potable. Su destino final es el mar Mediterráneo.

**A. E. 6. Enuncia al menos 10 de los principales problemas que hay en el mundo a causa del agua.**

**A. E. 6. Comentario para el profesorado:** Ésta es una actividad de síntesis, se pide que se refleje el conjunto de problemas trabajados.

**A. E. 7. Elabora un mapa conceptual relacionando los siguientes conceptos: vertido, contaminación industrial del agua, condensación, precipitación, evaporación, transpiración, formación de nubes, embalse, río, mar, depuradora, potabilizadora. Añade los conectores y flechas que necesites así como los conceptos que consideres imprescindibles para poder relacionar los que te he indicado.**

**A. E. 7. Comentario para el profesorado:** Se pide al alumnado que relacione los conceptos que abarca el ciclo integral.

**A. E. 8. ¿Cómo se determina el caudal de un río en un punto de muestreo? Explícalo de modo que una persona que desconozca el tema pueda llegar a realizarlo.**

**A. E. 8. Comentario para el profesorado:** Se pretende que el alumnado explique el modo de calcular el caudal como se hizo al trabajar las actividades de procedimiento relacionadas con la valoración de la calidad de un curso fluvial. Si esas actividades no se llevaron a cabo no tendría objeto la presente pregunta.

ANEXO I DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LOS  
INVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y SUS

BIOINDICADORES

## CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LOS INVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y SUS

### BIOINDICADORES (negrilla)

- 1 - Masa irregular formada por numerosos individuos (animales coloniales).  
Esponjas, Cnidarios y Briozoos
- Individuos aislados. 2
- 2 - Ninguna parte del cuerpo esta endurecida. Medusa, hidra o invertebrado con forma de gusano (plano o cilíndrico). 3
- Alguna parte del animal esta endurecida (patas, uñas, mandíbulas o el cuerpo entero), o está envuelto en una concha. 6
- 3 - Medusa o hidra. Cnidarios
- Gusano plano o cilíndrico. 4
- 4 - Gusano plano. **Planarias** ★
- Gusano cilíndrico o subcilíndrico. 5
- 5 - Gusano totalmente cilíndrico y nunca segmentado. Nematelmintha
- Gusano cilíndrico o subcilíndrico. Segmentado en todos los casos. Anélidos 7
- 6 - La parte endurecida del animal es una concha. Moluscos 9
- Puede poseer concha, pero el animal en sí es el que presenta alguna parte endurecida o esclerotizada (a veces sólo las mandíbulas, las uñas o la cabeza). Artrópodos 15
- 7 - Gusanos con sedas que coinciden con la segmentación corporal. 8
- Sin sedas corporales. **Sanguijuelas** ★
- 8 - Con cabeza subsférica bien diferenciada y glándulas epidérmicas de color a veces llamativo (naranja o rojo). Su posición taxonómica es discutida y se separa del resto de oligoquetos. Aelosomátidos
- Sin cabeza diferenciada. **Oligoquetos** ★

- 9 - Concha formada por una sola valva, normalmente enrollada. Gasterópodos 10  
- Concha formada por dos valvas casi idénticas. Bivalvos (Uniónidos y esféridos)
- 10 - Concha en forma de lapa o “gorro”. 11  
- Sin este carácter. 12
- 11 - El vértice del gorro se dirige hacia atrás y centrado sobre su eje de simetría.  
**Ancílidos** 
- El vértice se dirige hacia atrás pero, a un lado u otro del eje de simetría del animal.  
Ferrísidos y Acrolóxidos
- 12 - Concha sin opérculo. 13  
- Concha con opérculo.
- Nerítidos, Tiáridos, Melanópsidos, Bitínidos, Bitinélidos e Hidróbidos
- 13 - Concha enrollada en un solo plano. Planórbidos  
- Sin este carácter. 14
- 14 - Concha cónica con abertura derecha. Limneidos  
- Concha cónica con abertura izquierda. **Físidos** 
- 15 - Cinco pares de patas o más. Crustáceos 17  
- Menos de cinco pares de patas. 16
- 16 - Cuatro pares de patas. Hidrácaros  
- Tres pares de patas o menos. Insectos 22
- 17 - Siete pares de patas iguales, cuerpo aplanado dorsoventralmente. Asélidos  
- Sin estos caracteres. 18
- 18 - Numerosas patas desiguales, 4 o 5 hacia delante y 3 hacia atrás, cuerpo aplanado lateralmente. **Gammáridos**   
- Sin estos caracteres. 19
- 19 - Numerosas patas, ojos pedunculados y 2 antenas muy desarrollados. Quirocefálicos

	- Sin estos caracteres.	20
20	- Cuerpo aplastado dorsoventralmente y recubierto por un caparazón.	Triópodos
	- Sin estos caracteres.	21
21	- Cuerpo encerrado en una concha bivalva y con forma de balón de rugby.	Ostracodos
	- Cinco pares de patas.	Decápodos
22	- Ojos compuestos, tres pares de patas y bolsas alares.	23
	- Sin estos caracteres a la vez o ninguno de ellos.	26
23	- Extremidades abdominales con 2 o 3 cercos multisegmentados.	24
	- Sin este carácter.	25
24	- Con branquias abdominales y una sola uña por pata (los adultos son exclusivamente voladores).	Efemerópteros 31
	- Sin branquias abdominales y dos uñas en cada pata (los adultos son exclusivamente voladores).	<b>Plecópteros</b> 
25	- Aparato bucal cubierto ventralmente por una máscara articulada (los adultos son exclusivamente voladores: libélulas).	Odonatos
	- Aparato bucal picador o raspador: chinches acuáticas.	Heterópteros
26	- Siempre con tres pares de patas torácicas.	27
	- Ausencia de patas torácicas articuladas (los adultos son exclusivamente voladores: moscas y mosquitos).	Dípteros 43
27	- Mandíbulas más largas que la cabeza (los adultos son exclusivamente voladores).	Planipenios
	- Mandíbulas más cortas o iguales que la cabeza.	28
28	- Branquias abdominales laterales y extremidad puntiaguda a la vez (los adultos son exclusivamente voladores).	Sialidos
	- Con los mismos caracteres pero siempre por separado o ninguno de ellos.	29

29	- Un par de ganchos o uñas en el extremo abdominal (los adultos son exclusivamente voladores: frigáneas).	Tricópteros 39
	- Sin ganchos o con dos pares de ganchos en el extremo abdominal.	30
30	- Con alas totalmente formadas pero protegidas por élitros (alas transformadas): Escarabajos	Coleópteros (adultos)
	- Sin estos caracteres.	<b>Coleópteros (larvas)</b> ★
31	- Ojos siempre en posición lateral.	32
	- Ojos siempre en posición dorsal.	37
32	- Branquias bífidas y plumosas.	Potamántidos, Polimitárcidos y efeméridos
	- Branquias muy diferentes.	33
33	- Segundo par de branquias en forma de placas grandes.	<b>Caenidos</b> ★
	- Sin este carácter.	34
34	- Cercos abdominales con sedas sólo en los bordes internos.	35
	- Cercos abdominales con sedas internas y externas.	36
35	- Segmentos abdominales con ángulos posteriores en punta.	Siflonúridos
	- Segmentos abdominales sin ángulos.	<b>Baetidos</b> ★
36	- Cinco pares de branquias dorsales.	<b>Efemeréllidos</b> ★
	- Siete pares de branquias laterales.	<b>Leptoflébidos</b> ★
37	- Branquias protegidas por un caparazón dorsal.	Prosopistomátidos
	- Sin este carácter.	38
38	- Branquias muy pequeñas.	Oligoneuridos
	- Branquias grandes y cabeza más corta que ancha.	<b>Heptagénidos</b> ★
39	- Los tres segmentos torácicos dorsalmente esclerotizados.	40
	- Sin este carácter.	42
40	- Presencia de branquias abdominales ventrales.	<b>Hidropsíquidos</b> ★

	- Sin este carácter.	41	
41	- Abdomen cilíndrico y pygópodos con dos artejos.		Ecnomidos
	- Abdomen hinchado y el estuche del animal esta formado por dos valvas soldadas.		
			<b>Hidroptílicos</b> 
42	- Siempre con estuche.		<b>Tricópteros con estuche</b> 
	- Individuos que no construyen estuche.		<b>Tricópteros sin estuche</b> 
43	- Cabeza patente	44	
	- Sin cabeza aparente, se observa sólo el aparato mandibular.	56	
44	- Con seis segmentos detrás de la cabeza.		<b>Blefaricéridos</b> 
	- Igual o más de 9 segmentos detrás de la cabeza.	45	
45	- Con pseudópodos torácicos y/o anales o abdominales.	46	
	- Sin pseudópodos.	51	
46	- Con pseudópodos torácicos y/o anales.	47	
	- Con pseudópodos abdominales solamente.		Díxidos
47	- Con pseudópodos torácicos y anales a la vez.	48	
	- Con pseudópodos torácicos o anales.	50	
48	- Con espinas dorsales en el cuerpo.		Ceratopogónidos
	- Sin espinas dorsales.		Quironómidos
49	- De color verde.		<b>Quironómidos verdes</b> 
	- De color rojo.		<b>Quironómidos rojos</b> 
50	- Con pseudópodos torácicos solamente.		<b>Simúlidos</b> 
	- Con pseudópodos anales retráctiles solamente.		<b>Ceratopogónidos</b> 
51	- Tórax sin segmentación aparente y más gordo que el abdomen.	52	
	- Tórax con segmentación similar al abdomen.	53	
52	- Cuerpo muy transparente y con vesículas hidrostáticas.		Caobóridos

	- Cuerpo opaco y sin vesículas hidrostáticas.	<b>Culícidos</b> ★
53	- Extremidad del abdomen con un sifón y dos branquias.	Pticoptéridos
	- Sin sifón ni branquias anales.	54
54	- Longitud de la cabeza igual o mayor a dos veces la anchura.	<b>Ceratopogónidos</b> ★
	- Longitud de la cabeza igual o menor a su anchura.	55
55	- Doce segmentos aparentes y la superficie cutánea con una reticulación similar a escamas.	Estratiómidos 58
	- Más de 15 segmentos aparentes y con placas dorsales.	<b>Psicóidos</b> ★
56	- Discos espiraculares en la parte final del abdomen.	57
	- Sin discos espiraculares terminales.	59
57	- Seis lóbulos rodean los discos espiraculares.	Tipúlidos
	- Cinco o menos lóbulos rodean los discos.	
	Limónidos, Sciomizidos, Cilindrotómidos, Dolycopódidos y Ragiónidos	
58	- Corona de sedas plumosas al final del abdomen. Individuos de 15 mm.	<b>Oxycera sp.</b> ★
	- Último segmento muy largo con algunas sedas terminales.	<i>Stratiomys sp.</i>
59	- Cuatro prolongaciones terminales en forma de gancho.	Antómidos
	- Sin este carácter.	60
60	- Con sifón terminal.	61
	- Sin sifón terminal.	62
61	- Sifón membranoso y telescópico, tan largo como el resto del cuerpo.	<b>Sírfidos</b> ★
	- Sifón diferente.	Efídridos y Tabánidos
62	- Con pseudópodos abdominales ventrales y prolongaciones laterales filiformes.	
		<b>Aterícidos</b> ★
	- Sin dichas prolongaciones filiformes.	Empídidos

ANEXO II DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

## MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Los bioindicadores están representados en negrilla.

<u>ESPONJAS</u>	ISÓPODOS	<b>Ecnomidae</b>	<b>Donaciidae</b>	Platycnemididae
<u>CNIDARIOS</u>	Asellidae	<b>Glossosomatidae</b>	<b>Dryopidae</b>	DÍPTEROS
<b><u>PLANARIAS</u></b>	OSTRÁCODOS	<b>Goeridae</b>	<b>Dytiscidae</b>	Anthomyidae
<b>Dugesidae</b>	DECÁPODOS	Hydropsychidae	<b>Eubriidae</b>	<b>Athericidae</b>
<b>Planariidae</b>	Astacidae	<i>Hydropsyche sp.</i>	<b>Elmidae</b>	Blephariceridae
<u>NEMERTINOS</u>	Atyidae	<b>Hydroptilidae</b>	<b>Gyrinidae</b>	<b>Ceratopogonidae</b>
<u>BRIOZOOS</u>	Cambaridae	<b>Lepidostomatidae</b>	<b>Haliplidae</b>	Chaoboridae
<b><u>OLIGOQUETOS</u></b>	<u>INSECTOS</u>	<b>Leptoceridae</b>	<b>Helodidae</b>	<b>Chironomidae verde</b>
<b><u>HIRUDÍNEOS</u></b>	COLÉMBOLOS	<b>Limnephilidae</b>	Helophoridae	<b>Chironomidae rojo</b>
<b>Erpobdellidae</b>	<b>PLECÓPTEROS</b>	<b>Molannidae</b>	Hydraenidae	<b>Culicidae</b>
<b>Glossiphoniidae</b>	<b>Capniidae</b>	<b>Odontoceridae</b>	Hydrochidae	Cylindrotomidae
<b>Hirudidae</b>	<b>Chloroperlidae</b>	<b>Philopotamidae</b>	<b>Hydrophilidae</b>	Dixidae
<b>Piscicolidae</b>	<b>Leuctridae</b>	<b>Phrygaenidae</b>	<b>Hydroscaphidae</b>	Dolichopodidae
GASTERÓPODOS	<b>Nemouridae</b>	<b>Polcentropodidae</b>	<b>Hygrobidae</b>	Empididae
<b>Ancylidae</b>	<b>Perlidae</b>	<b>Psychomyiidae</b>	<b>Limnobiidae</b>	Ephydriidae
Bithynidae	<b>Perlodidae</b>	<b>Rhyacophilidae</b>	<b>Noteridae</b>	Limoniidae
Bythinellidae	<b>Taeniopterygidae</b>	<b>Sericostomatidae</b>	<b>Sperchidae</b>	Muscidae
Hydrobiidae	EFEMERÓPTEROS	HETERÓPTEROS	MEGALÓPTEROS	<b>Psychodidae</b>
Lymnaeidae	<b>Baetidae</b>	Aphelocheiridae	Sialidae	Ptychopteridae
Melanopsidae	<b>Caenidae</b>	Corixidae	PLANNIPENNES	Scatophagidae
Neritidae	<b>Ephemerellidae</b>	Gerridae	Osmylidae	Sciomyzidae
<b>Physidae</b>	Ephemeridae	Hebriidae	Sisyridae	<b>Simuliidae</b>
Planorbiidae	<b>Heptageniidae</b>	Hydrometridae	LEPIDÓPTEROS	Stratiomyidae
Valvatidae	<b>Leptophlebiidae</b>	Naucoridae	ODONATOS	<b>Oxycera sp.</b>
Viviparidae	Oligoneuriidae	Nepidae	Aeschnidae	<i>Stratiomys sp.</i>
BIVALVOS	Polymitarcidae	Notonectidae	Calopterygidae	<b>Syrphidae</b>
Dreissenidae	<b>Potamanthidae</b>	Mesoveliidae	Coenagrionidae	Tabanidae
Sphaeriidae	Prosopistomatidae	Pleidae	Cordulegasteridae	Thaumaleidae
Unionidae	Siphonuridae	Veliidae	Corduliidae	Tipulidae
<u>CRUSTÁCEOS</u>	TRICÓPTEROS	<b>COLEÓPTEROS</b>	Gomphidae	
ANFÍPODOS	<b>Beraeidae</b>	<b>Chrysomelidae</b>	Lestidae	
<b>Gammaridae</b>	<b>Brachycentridae</b>	<b>Curculionidae</b>	Libellulidae	

ANEXO III DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

BIOINDICADORES

## BIOINDICADORES: PLECOPTERA



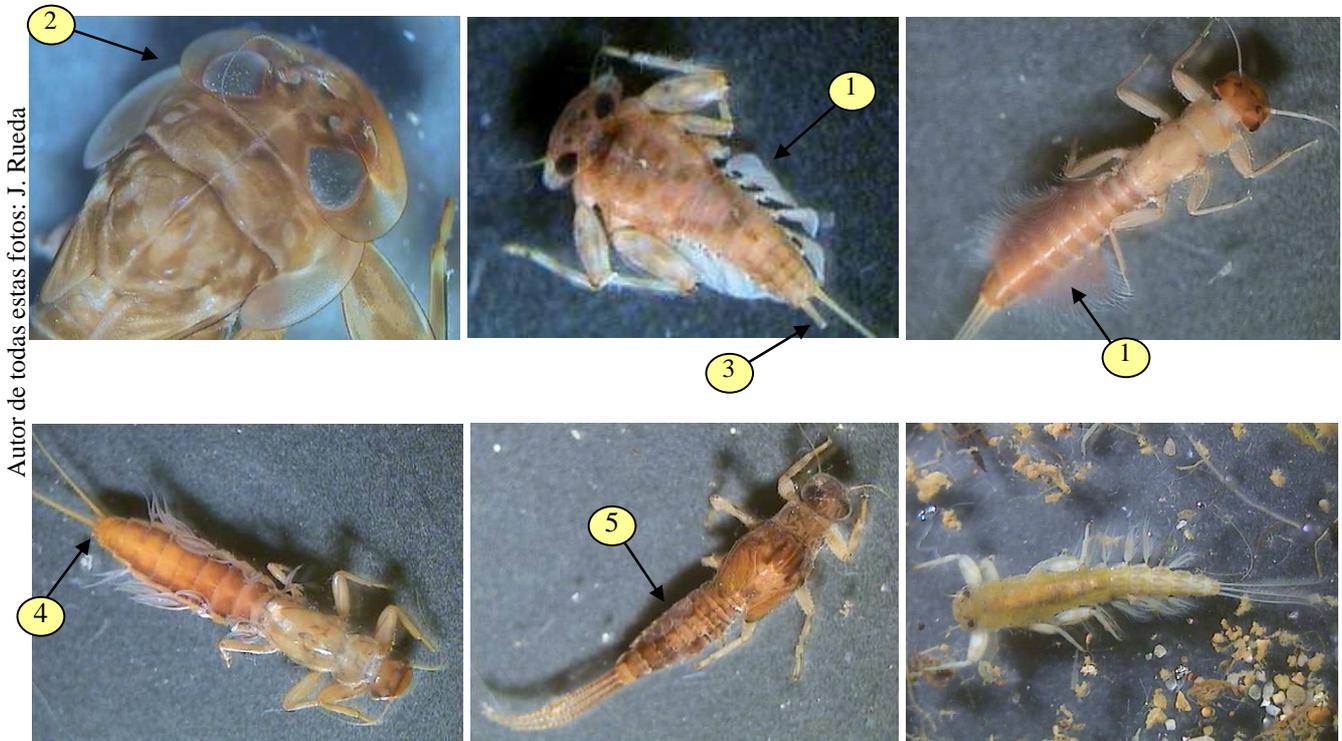
La morfología diferencial de los plec6pteros frente a los dem6s insectos se caracteriza por poseer 2 u6as en cada una de sus seis patas, dos colas llamadas cercos al final del abdomen y jam6s se observar6n branquias en los segmentos abdominales. Estos tres caracteres son siempre inseparables.

Por otro lado se debe tener en cuenta que pueden poseer branquias entre las axilas de las patas (1), entre los cercos abdominales (2) o entre la cabeza y el t6rax (3).

Se pueden encontrar ejemplares de hasta 35 mm.

Son grandes predadores en su mayor6a, les gustan las aguas muy oxigenadas, preferentemente en corrientes elevadas y se sit6an normalmente sobre las piedras. Son voladores en la fase adulta por lo que en verano podemos encontrar sus mudas sobre las rocas del r6o objeto de estudio.

## BIOINDICADORES: EPHEMEROPTERA I



Autor de todas estas fotos: J. Rueda

La morfología diferencial de los efemerópteros, frente a los demás insectos, se caracteriza por poseer 1 única uña en cada pata, tres colas al final del abdomen, llamándose cercos, y siempre se observarán branquias laterales en los segmentos abdominales (1). Estos tres caracteres son inseparables sin embargo existe una especie que sólo posee dos cercos (3). También es frecuente que se rompa uno de ellos (4) por lo que puede prestar a confusión. Su cuerpo está más o menos aplastado dorsoventralmente (2). Por otro lado se debe tener en cuenta que pueden poseer branquias tan aplastadas sobre los segmentos abdominales que pasarían desapercibidas (5). Se pueden encontrar ejemplares de hasta 18 mm.

La mayor parte de efemerópteros son detritívoros, ingiriendo pequeñas partículas y les gustan las aguas oxigenadas, preferentemente en corrientes elevadas y se sitúan normalmente sobre y debajo de las piedras.

## BIOINDICADORES: TRICHOPTERA I



Autor de todas estas fotos: J. Rueda



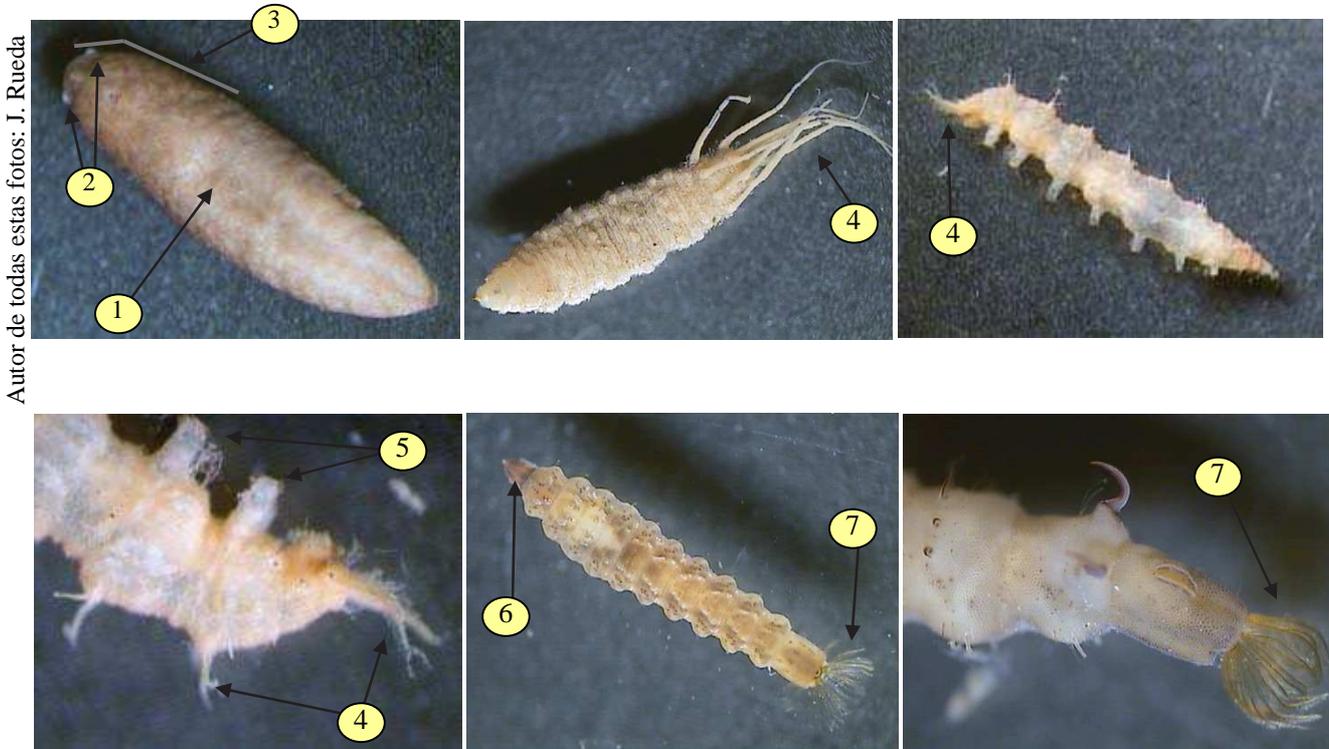
La morfología diferencial de los tricópteros frente a los demás insectos se caracteriza por poseer un par de ganchos anales situados al final de unas pseudopatas terminales (1). En el caso de los tricópteros I existe siempre un estuche formado por restos vegetales (2), granos de arena (3), trozos de hojas (4) e incluso caracoles (5) u otro material disponible en el agua. Hay que tener en cuenta que el animal debe de encontrarse siempre dentro del estuche para considerarlo bioindicador y posee una morfología similar a la foto (6). En este caso el tricóptero y su estuche son inseparables.

La palabra tricóptero significa “pelos en las alas” que poseerán en la forma adulta por lo que su fase acuática es la larvaria. Evolutivamente son los antepasados de las mariposas.

Se pueden encontrar ejemplares de hasta 50 mm.

Su forma alimenticia es variada, pudiéndose encontrar tanto predadoras como raspadoras, a los cuales les gusta las aguas bien oxigenadas.

## BIOINDICADORES: VARIOS I



Estos “bioindicadores varios I” pertenecen a dos grandes grupos muy diferentes. El primero es un gusano plano llamado “planaria” (1), puede poseer dos tentáculos anteriores (2) y una fila de ojos que bordean el primer tercio del animal (3) o dos ojos bien visibles en la parte anterior. El segundo grupo contempla dos tipos de larvas de dípteros que se distinguen fácilmente por sus largos filamentos branquiales posteriores (4, no sedas) y siete u ocho pares de pseudópodos ventrales (5), llamados aterícidos, o un animal con una cabeza bien definida (6) y una corona de sedas plumosas en la parte final del abdomen (7), denominado *Oxycera*.

Los individuos determinados por los números 1 a 5 son predadores mientras que los representados en las últimas dos fotos son filtradores que están asociados al musgo acuático no sobrepasando nunca los 15 mm y se encuentran en aguas carbonatadas.

## BIOINDICADORES: TRICHOPTERA II



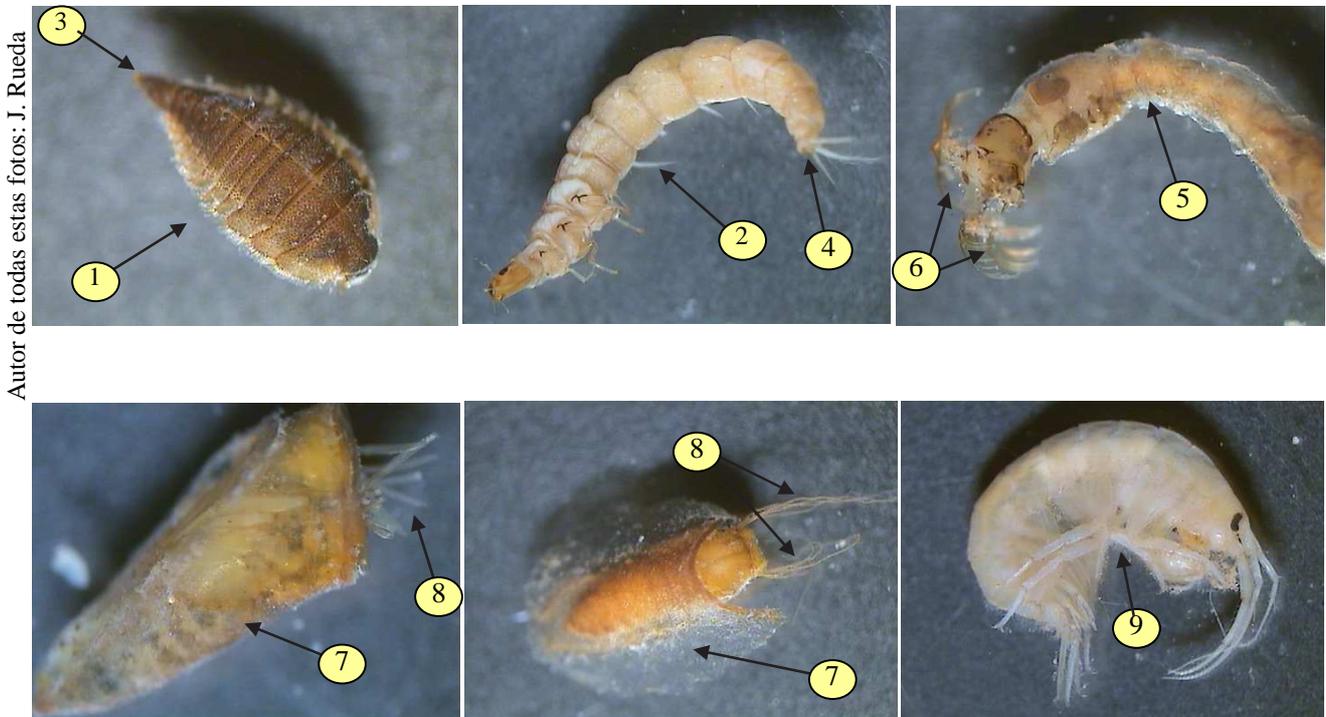
Autor de todas estas fotos: J. Rueda



En el caso de los tricópteros II se observan dos formas, los primeros no poseen estuche y se desplazan sin ningún tipo de protección (1, 2 y 3), los segundos están formados por un estuche comprimido lateralmente, elaborado con seda (4 y 5) o con sedimentos finos (6). Las dimensiones de estos últimos nunca pasan de 6 mm.

Como bioindicadores podemos destacar que son detritívoros en su mayoría por lo que aceptan cierta carga orgánica en suspensión dentro del agua.

## BIOINDICADORES: VARIOS II



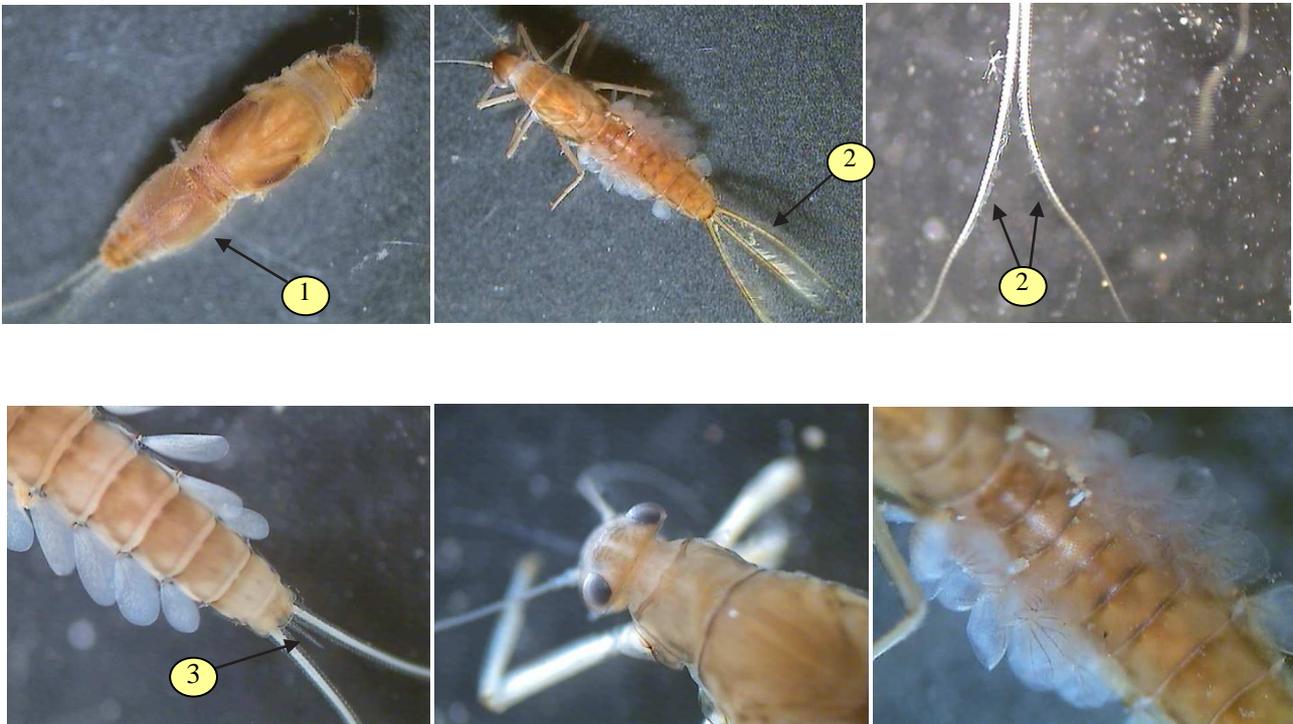
Estos “bioindicadores varios II” engloban tres grupos diferentes. El primero corresponde a los coleópteros acuáticos, cuyas larvas tienen la apariencia de las fotos 1 y 2. Como característica principal se puede resaltar la ausencia de ganchos (3), o la presencia de dos pares (4, uñas), en la parte final del abdomen. El segundo pertenece a los dípteros simúlidos (mosca negra). Su forma larvaria (5) posee unas mandíbulas transformadas en rastrillos recolectores (6) para retener el alimento. Durante la fase de pupa desarrolla una envoltura de seda (7) y unos filamentos branquiales largos (8). El último grupo pertenece a los crustáceos anfípodos y tiene una morfología similar al de la foto (9).

Cabe decir que los coleópteros adultos no se consideran como bioindicadores ya que prescindieron del oxígeno del agua para su respiración y además tienen la capacidad de volar y colonizar otros medios que pueden estar contaminados. Tampoco encontramos pupas de coleópteros en el agua ya que esta fase la realizan normalmente entre las raíces de la vegetación de ribera.

## BIOINDICADORES: EPHEMEROPTERA II



Autor de todas estas fotos: J. Rueda



La morfología diferencial de los efemerópteros II, frente a los efemerópteros I, se divide en dos grupos. El primero se caracteriza por poseer branquias dorsales protegidas por dos placas muy visibles en los primeros segmentos abdominales (1). El segundo grupo de efémeras (llamado a veces efímeras) se distingue gracias a las sedas internas (pelos) situadas sobre los cercos laterales (2), nunca sedas externas. En este último caso puede ocurrir que el cerco central (3) sea muy corto por lo que da la impresión de poseer dos cercos pero dejando siempre visible la punta de este cuando se observa con lupa. También en éstos casos son frecuentes las roturas por lo que hay que asegurarse de que los ejemplares están enteros. Sus branquias nunca son filamentosas ni plumosas.

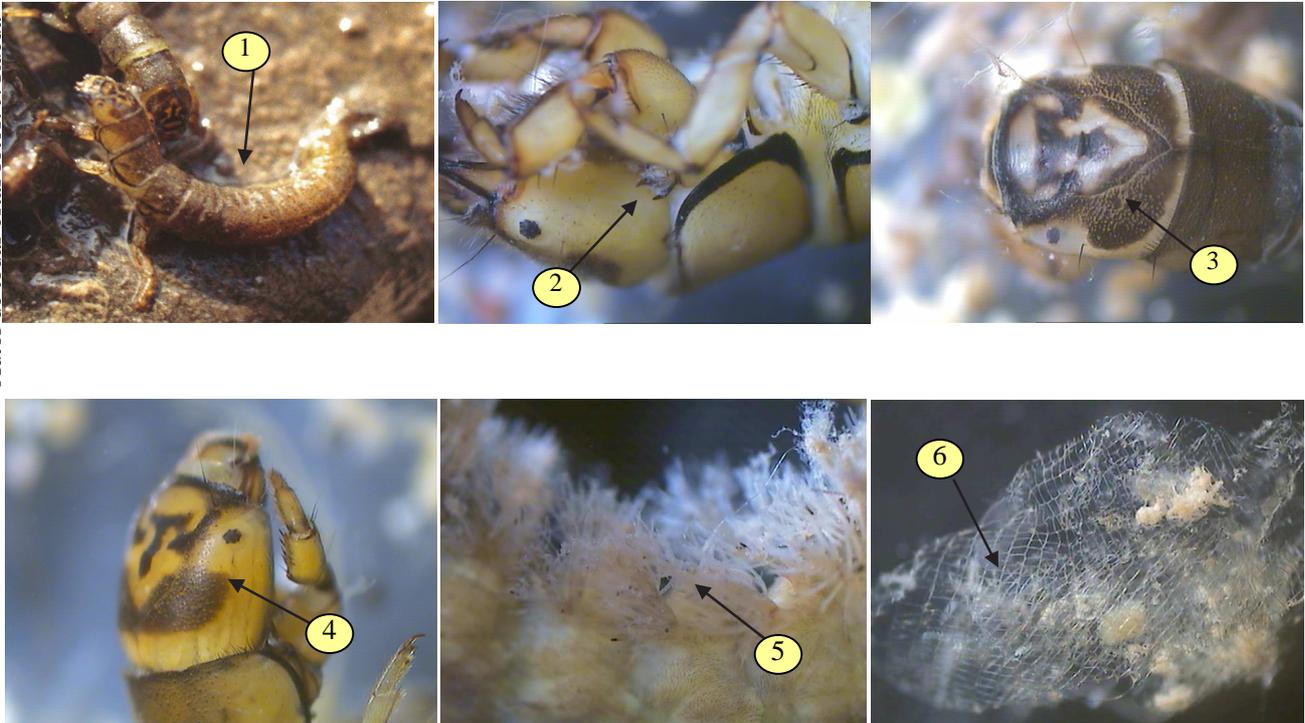
Se pueden encontrar ejemplares de hasta 12 mm.

Estos invertebrados soportan cargas importantes de materia orgánica en suspensión de las que aprovechan para alimentarse.

## BIOINDICADORES: TRICHOPTERA III

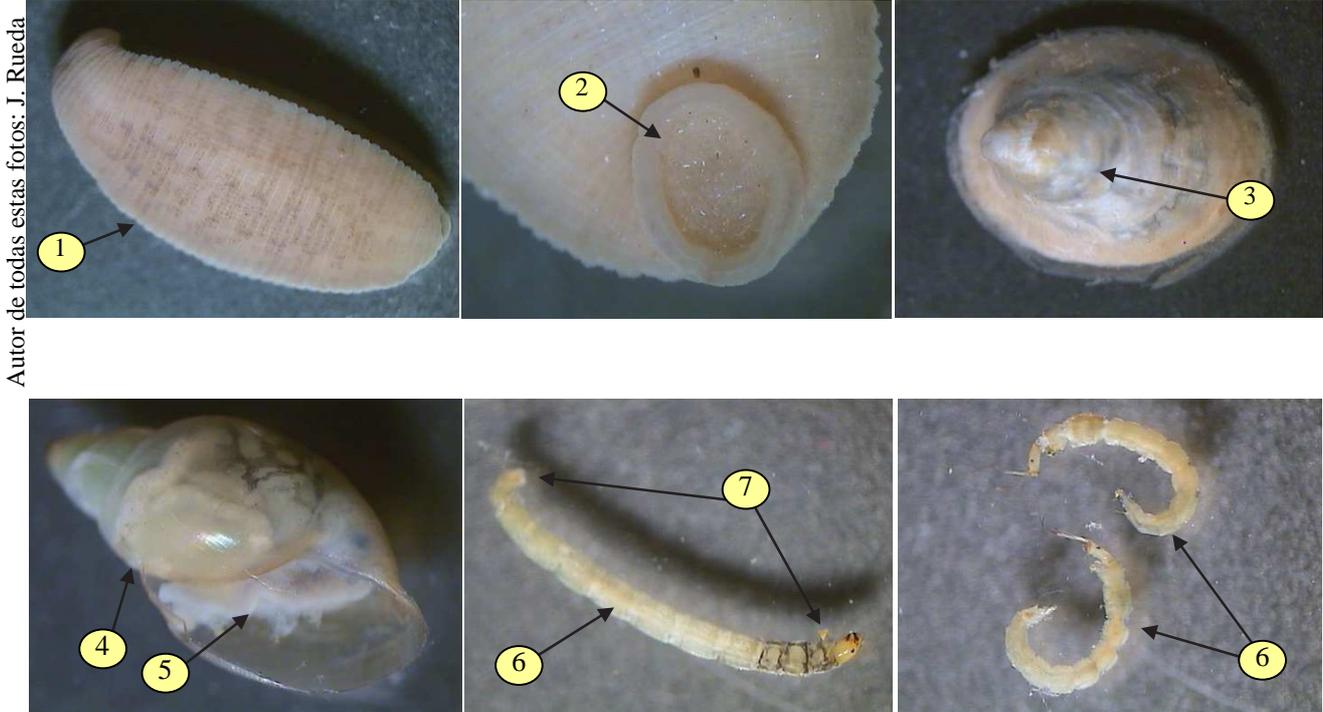


Autor de todas estas fotos: J. Rueda



En el caso de los tricópteros III, sólo existe el género *Hydropsyche* como bioindicador (1 a 6), sus características son muy visibles. Entre la cabeza y el tórax posee una pieza con dos dientes bien patentes (2). La parte superior de la cabeza tiene un diseño basado en manchas claras y oscuras muy marcadas (3 y 4). La parte inferior del abdomen esta cubierta de branquias filamentosas (5). Estos individuos aceptan grandes cargas de materia orgánica en suspensión dentro del agua. Para alimentarse de ella, confeccionan una red en forma de embudo que les ayudará a capturarla (6).

## BIOINDICADORES: VARIOS III



Estos “bioindicadores varios III” engloban tres grupos diferentes. El primero corresponde a las sanguijuelas, las cuales poseen siempre una ventosa posterior (1 y 2). Algunas especies pueden medir hasta 70 mm pero la de la foto no sobrepasará los 20 mm. El segundo pertenece a los gasterópodos, por un lado, los ancílidos (3), que son unas pequeñas lapas que no pasan de los 10 mm y por otro tenemos a los físididos (4), con la apertura bucal de la concha a la izquierda (5). El tercer grupo engloba las formas de chironómidos de color verde (6), que se distinguen por poseer dos pares de pseudópodos, uno en el segmento situado después de la cabeza y el otro en la parte final del abdomen (7). Estos últimos raramente alcanzan los 10 mm y se sitúan en las zonas que reciben altas concentraciones de materia orgánica.

## BIOINDICADORES: VARIOS IV



Autor de todas estas fotos: J. Rueda



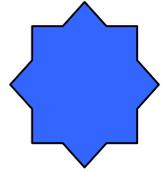
Estos “bioindicadores varios IV” engloban dos grupos diferentes. El primero corresponde a las lombrices. Estas se alimentan de las sustancias que están incluidas en los fangos (1). Incluye especies que miden entre 5 mm y 80 mm. El segundo pertenece a los dípteros, para distinguirlos diremos que existen formas de bastoncillos llamados ceratopogónidos (2), que son parecidos a los quironómidos pero sin pseudópodos. Seguimos con los psicódidos, que poseen un penacho de sedas en la parte anal y suelen llevar placas oscuras sobre su tegumento (3). Los quironómidos rojos son de este color debido a la hemoglobina (4), que les permite capturar el oxígeno del aire ya que escasea bastante en el agua. A continuación tenemos los culícidos (5), o verdaderos mosquitos que se diferencian por su tórax engrosado. Los últimos bioindicadores de esta ficha se han adaptado a los medios sin oxígeno disuelto

en el agua y están provistos de un tubo telescópico, al final del abdomen (7), que sacarán fuera del líquido para poder respirar el oxígeno del aire. Estos últimos se denominan sírfidos (6).

ANEXO IV DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

ESTADO DE SALUD DEL RÍO

## ESTADO DEL RÍO: MUY SANO

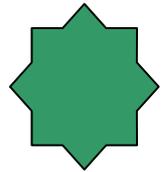


INDICADORES BIOLÓGICOS: Macroinvertebrados



Ésta categoría nos indica que las aguas del río, estudiadas en el punto de muestreo correspondiente, se pueden considerar como “*aguas muy limpias*” o “*aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible*”. El 50% de los macroinvertebrados capturados deben de ser bioindicadores de tipo azul, es decir, intolerantes a cambios sustanciales en la calidad del agua. El 40% pueden ser de tipo verde y el 10% de tipo amarillo.

## ESTADO DEL RÍO: ALTERADO

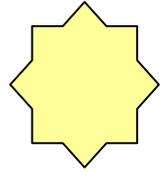


INDICADORES BIOLÓGICOS: Macroinvertebrados



Ésta categoría nos indica que las aguas del río, estudiadas en el punto de muestreo correspondiente, se pueden considerar como “*evidentes algunos efectos de contaminación*”. El 50% de los macroinvertebrados capturados deben de ser bioindicadores de tipo verde, es decir, que aceptan cierta cantidad de materia orgánica en suspensión. El 50% restante suele ser de tipo amarillo, lo que nos indica un aumento de los grupos filtradores. La riqueza faunística se ha visto lesionada reduciéndose considerablemente. En las valoraciones de calidad hay que tener en cuenta que estamos trabajando con seres vivos por lo que pueden existir algunas variaciones con respecto a los bioindicadores capturados.

## ESTADO DEL RÍO: ENFERMO

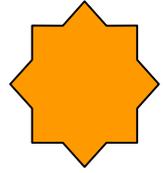


INDICADORES BIOLÓGICOS: Macroinvertebrados



Ésta categoría nos indica que las aguas del río, estudiadas en el punto de muestreo correspondiente, se pueden considerar como “*aguas contaminadas*”. El 50% de los macroinvertebrados capturados deben de ser bioindicadores de tipo amarillo, es decir, que aceptan grandes cantidad de materia orgánica en suspensión. El 50% restante suele ser de tipo naranja, lo que nos indica una fuerte disminución del oxígeno disuelto. Existe gran cantidad de bacterias que consumen dicho oxígeno y muchos invertebrados capturados en estas aguas disponen de recursos para tomar el oxígeno del aire mediante adaptaciones muy concretas. La riqueza faunística se habrá reducido en más de la mitad.

## ESTADO DEL RÍO: GRAVE

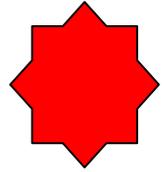


### INDICADORES BIOLÓGICOS: Macroinvertebrados



Ésta categoría nos indica que las aguas del río, estudiadas en el punto de muestreo correspondiente, se pueden considerar como “*aguas muy contaminadas*”. Todos los invertebrados son bioindicadores de tipo naranja, suelen alimentarse de materia orgánica en suspensión o de bacterias presentes en los fangos. La riqueza faunística se queda limitada a una decena de especies ya que las concentraciones de oxígeno se han reducido a la mínima expresión. Los invertebrados que subsisten en estas condiciones se denominan “*muy tolerantes*”, por supuesto muy tolerantes a la contaminación.

## ESTADO DEL RÍO: MUY GRAVE



INDICADORES BIOLÓGICOS: Macroinvertebrados

# R.I.P

(Río Inviabile Permanentemente)

**Descanse en paz**

Ésta categoría nos indica que las aguas del río, estudiadas en el punto de muestreo correspondiente, se pueden considerar como “*aguas fuertemente contaminadas*”. Las bacterias y los hongos se han adueñado del lugar. La riqueza faunística de macroinvertebrados no existe y las concentraciones de oxígeno están en el cero o próximas a ello.

Todas las especies han desaparecido, aún así, cualquier cosa que se haga en favor de recuperar las aguas del lugar será en beneficio de las generaciones futuras.

Estas condiciones son inaceptables y deberán ser denunciadas con el apoyo de un informe realizado por un especialista en macroinvertebrados y calidad biológica de las aguas continentales.

**ANEXO II**

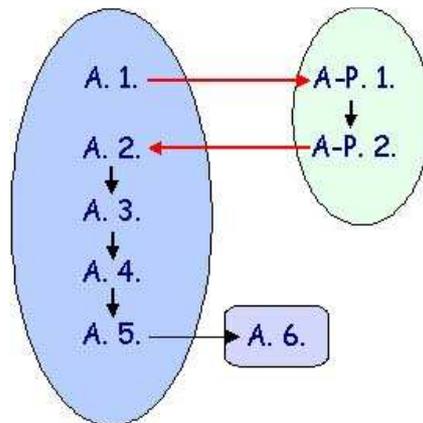
**SECUENCIACIÓN  
DE LA  
UNIDAD DIDÁCTICA**

## SECUENCIACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

Proponemos a continuación el diagrama de flujo con la secuenciación de las actividades:

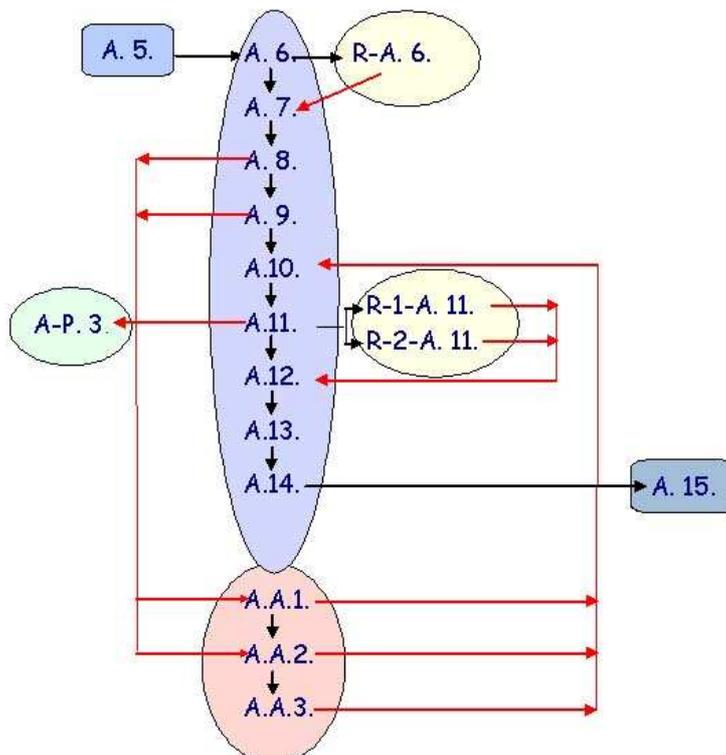
### SECUENCIACIÓN MÓDULO 1

#### CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

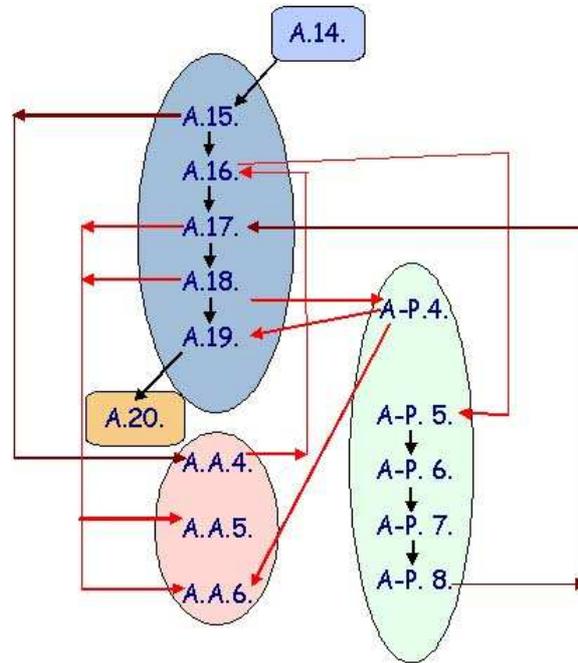


### SECUENCIACIÓN MÓDULO 2

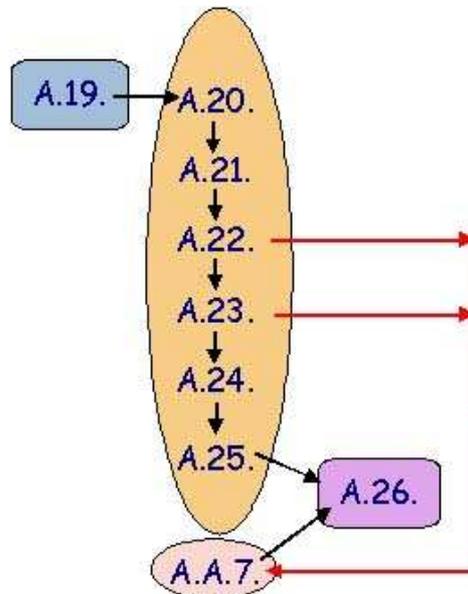
#### DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA TIERRA



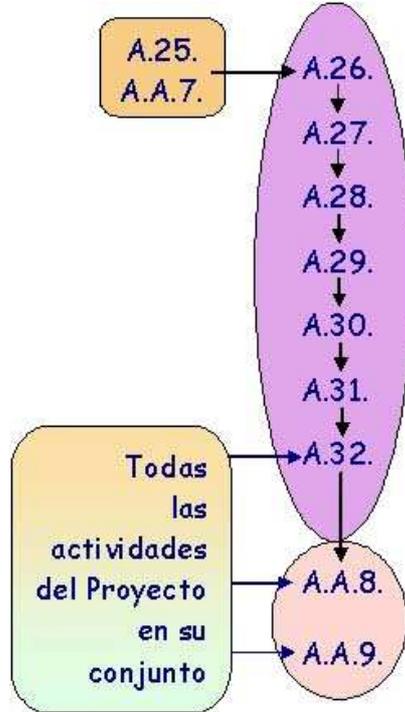
### SECUENCIACIÓN MÓDULO 3 ¿CÓMO GESTIONAMOS EL AGUA?



### SECUENCIACIÓN MÓDULO 4 ¿USAMOS Y CONSUMIMOS EL AGUA DULCE SEGÚN UN DESARROLLO SOSTENIBLE?



**SECUENCIACIÓN MÓDULO 5**  
**¿QUÉ DEBEMOS HACER PARA CONSUMIR AGUA SEGÚN UN DESARROLLO SOSTENIBLE?**



## **ANEXO III**

# **JUEGOS DIDÁCTICOS**

## ANEXO III

# JUEGOS DIDÁCTICOS

### Primer juego propuesto:

#### EL TRES EN RAYA DEL AGUA

Autoras: Carmen Campos y Cristina Guillem

#### OBJETIVO:

Con este juego intentaremos que los jugadores conozcan medidas para hacer un buen uso del agua, ahorro, limpieza, no contaminación etc....

#### CÓMO JUGAR:

Este juego es el tres en raya tradicional, pero en este caso nos fijaremos en los dibujos situados en el tablero para aprender nuestro objetivo.

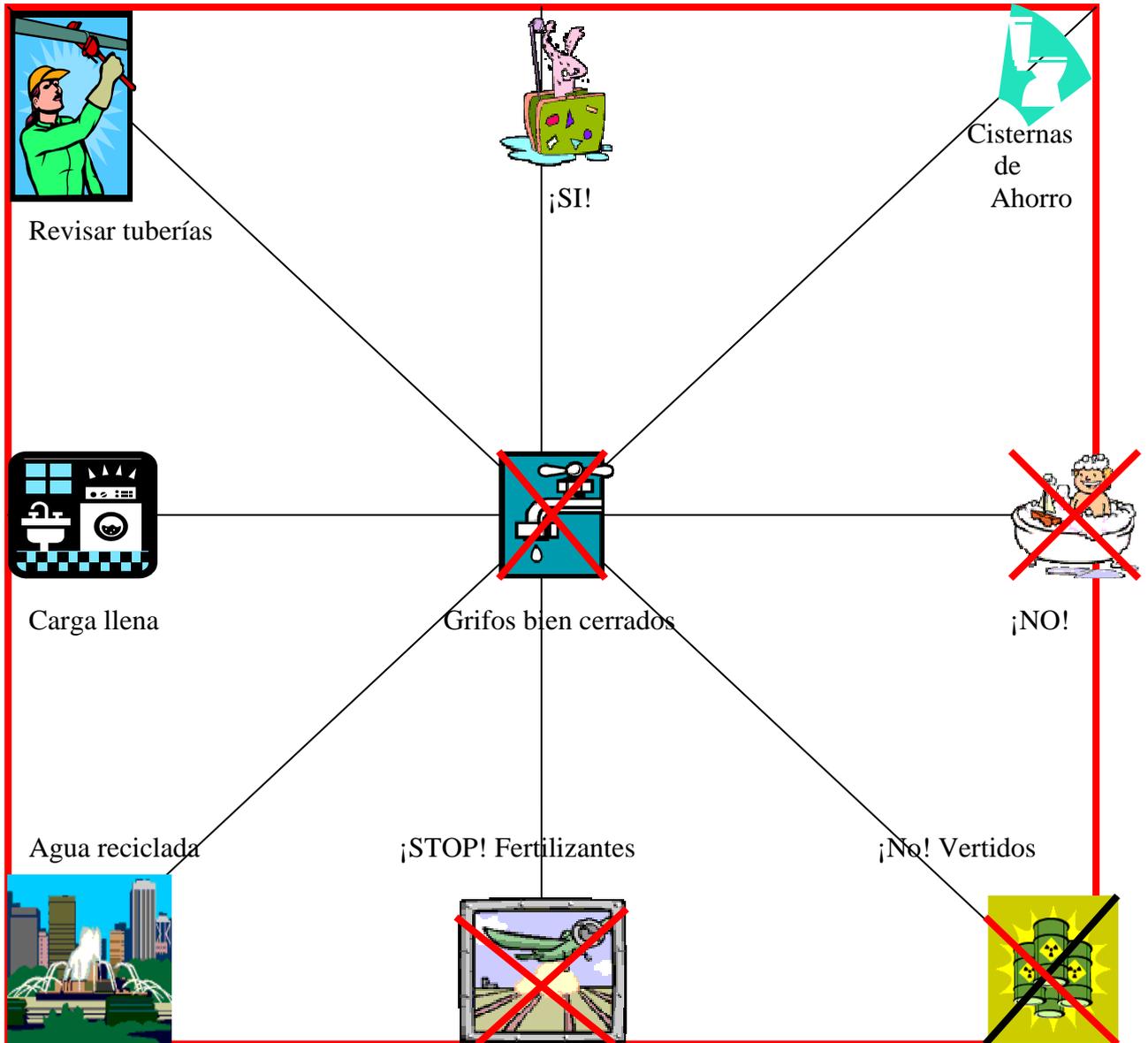
#### NUMERO DE JUGADORES: 2

Cada jugador tendrá 3 fichas, que diferirán de color para cada jugador.

El juego comienza colocando una ficha en el centro, (cualquiera de los dos jugadores puede empezar), después se intentará poner las 3 fichas en línea, colocando una ficha después de que haya jugado el otro jugador, sucesivamente se va pasando el turno de jugar de uno a otro. Se tiene que tratar de poner las tres fichas en la horizontal, en la vertical o en la diagonal principal, pero siempre las tres alineadas.

Cuando se está jugando se van viendo las diferentes maneras de cuidar el agua, aprenderlas y practicarlas.

Podrían hacerse varios tableros con diferentes mensajes e ir cambiando de tablero.



## Segundo juego propuesto:

### LAS CUATRO FAMILIAS

Autoras: Rosa Máñez y M<sup>a</sup> José Franco

#### Objetivos del juego

1. Enseñar y concienciar a los jugadores de lo importante que es el agua para todos los seres humanos.
2. Las aguas se contaminan por muchas cosas y en la medida de lo posible, nosotros, hay algunas contaminaciones que podemos evitar.
3. Concienciar a los jugadores de que existen en nuestra vida cotidiana muchas formas de ahorrar agua. Cosas simples que hacemos a diario y que muchas veces no nos damos cuenta de lo que estamos haciendo pero podríamos hacerlo mejor.
4. La importancia del agua potable en nuestra vida.

#### Composición del juego

Se compone de cuatro familias de cuatro cartas cada una:

1. Ahorrar agua nosotros.
2. Ahorrar agua en casa
3. Agua potable.
4. La contaminación

Cada grupo o familia tiene un objetivo diferente pero en común todos persiguen el mismo, detallamos particularizando qué se pretende con cada carta:

#### **1 Ahorrar agua nosotros**

- a la hora de lavarnos, es mucho mejor ducharse que bañarse de esa manera no malgastaremos tanta agua.
- cuando tengamos que cepillarnos los dientes deberíamos de procurar cerrar el grifo mientras los cepillamos.
- la ducha todos la usamos como mínimo una vez al día por eso como somos muchas personas en el mundo debemos de medir el agua que gastamos y no derrocharla.
- si tenemos la posibilidad de tener una piscina tendríamos que intentar ducharnos antes de entrar en el agua y mediante una depuradora y sistema de limpieza procurar mantener limpia el agua para no tener que estar constantemente cambiando el agua.

#### **2. Ahorrar agua en casa**

- cosa tan simples como lavar la ropa deberíamos de concienciarnos a llenar lo máximo posible las lavadoras y de ese modo en una sola lavada podríamos lavar más cantidad de ropa con el mismo gasto de agua.
- muchos tenemos la costumbre de que mientras fregamos los cacharros de casa dejamos el grifo abierto y deberíamos de cerrarlo mientras enjabonamos y abrirlo sólo cuando haga falta.

– si nos gusta tener plantas, hay que cuidarlas y regarlas algunos días por eso es bueno que las reguemos con una regadera que nos ayuda a controlar el agua que echamos y de esa forma no la malgastamos.

- jardín, si tenemos en casa deberíamos de intentar ponerle un sistema el sistema de riego que ayudase a ahorrar agua.

### **3. Agua potable**

– siempre se ha dicho que es mucho mejor que los niños deberían beber agua embotellada, pero a día de hoy es bueno que no sólo los niños beban agua embotellada si no que las personas adultas deberíamos de beberla, o si no, filtrarla antes de consumirla

– no sólo se debe ahorrar agua en casa, en las fuentes públicas se puede hacer un uso adecuado si sólo abrimos el grifo cuando sea necesario.

- la comida deberíamos de cocinarla con agua embotellada, aunque como la hervimos podemos utilizar la del grifo.

– cascada. De la actitud de todos depende que sigamos disfrutando del uso y consumo del agua potable, sin el que no podemos vivir.

### **4. La contaminación**

– muchas veces no nos damos cuenta cuando estamos en el campo y tiramos cosas al suelo y no pensamos que pueden acabar llegando al río más próximo; de esa manera contaminamos indirectamente el agua.

– las playas son unos de los puntos, por desgracia, más problemáticos de hoy en día porque sus aguas son contaminadas por empresas, fábricas, etc., y por nosotros mismos.

– medición de residuos desde el Ministerio de medio ambiente se intenta hacer mediciones de residuos y contaminación en las aguas para ver el grado que tienen.

– las aguas del w.c van a parar a las alcantarillas y luego serán tratadas en la depuradora por eso no debemos de tirar por el w.c residuos. Cuánto más sucia está el agua más trabajo cuesta limpiarla y siempre queda menos limpia.

### **Instrucciones del juego:**

El juego se compone de 16 cartas, las cartas se agrupan en cuatro familias.

Pueden jugar de dos a cuatro jugadores, si juegan 2 jugadores se reparten 8 cartas a cada uno, si por el contrario juegan cuatro jugadores se reparten cuatro cartas a cada uno.

Deben formar cada uno una familia y se trata de que ellos intercambien las cartas; Deberán pensar qué familia van a escoger dependiendo de las cartas que les hayan tocado, las cartas que no les sirvan deberán ponerlas de una en una sobre la mesa.

Encima de la mesa no podrán haber más de cuatro cartas una por cada jugador el que antes encuentre las cartas que desea y logre formar la familia ha GANADO.

**1. AHORRA AGUA**



Para ahorrar  
dúchate y no llenes  
la bañera.

**1. AHORRA AGUA**



Cierra el grifo  
mientras te cepillas  
los dientes.

**1. AHORRA AGUA**



Cierra el grifo  
cuando no lo utilices.

**1. AHORRA AGUA**



Mantén limpia el  
agua y no habrá que  
cambiarla.

**2. AHORRA AGUA  
EN CASA**



Llena a tope la  
lavadora, ahorrarás.

**2. AHORRA AGUA  
EN CASA**



Cierra el grifo  
mientras enjabonas  
los platos.

**2. AHORRA AGUA  
EN CASA**



Dales a tus plantas  
el agua necesaria,  
pero al atardecer.

**2. AHORRA AGUA  
EN CASA**



Riega tu jardín por  
aspersión ahorrarás  
y medirás mejor el  
agua.

**3. AGUA POTABLE**



Mejor el agua  
embotellada.

**3. AGUA POTABLE**



No abras el grifo si  
no necesitas beber  
agua.

**3. AGUA POTABLE**



Utiliza agua  
embotellada para  
cocinar.

**3. AGUA POTABLE**



De nosotros  
depende que esto  
 siga así y siga  
habiendo agua.

**4. NO CONTAMINES**



No tires los residuos  
al agua

**4. NO CONTAMINES**



Controla los  
residuos, pueden  
acabar en el mar.

**4. NO CONTAMINES**



Por nuestra culpa  
pasa esto.

**4. NO CONTAMINES**



No tires residuos  
por el w.c.

**ANEXO IV**

**INFORME  
DE UNA  
INVESTIGACIÓN**

## ANEXO IV

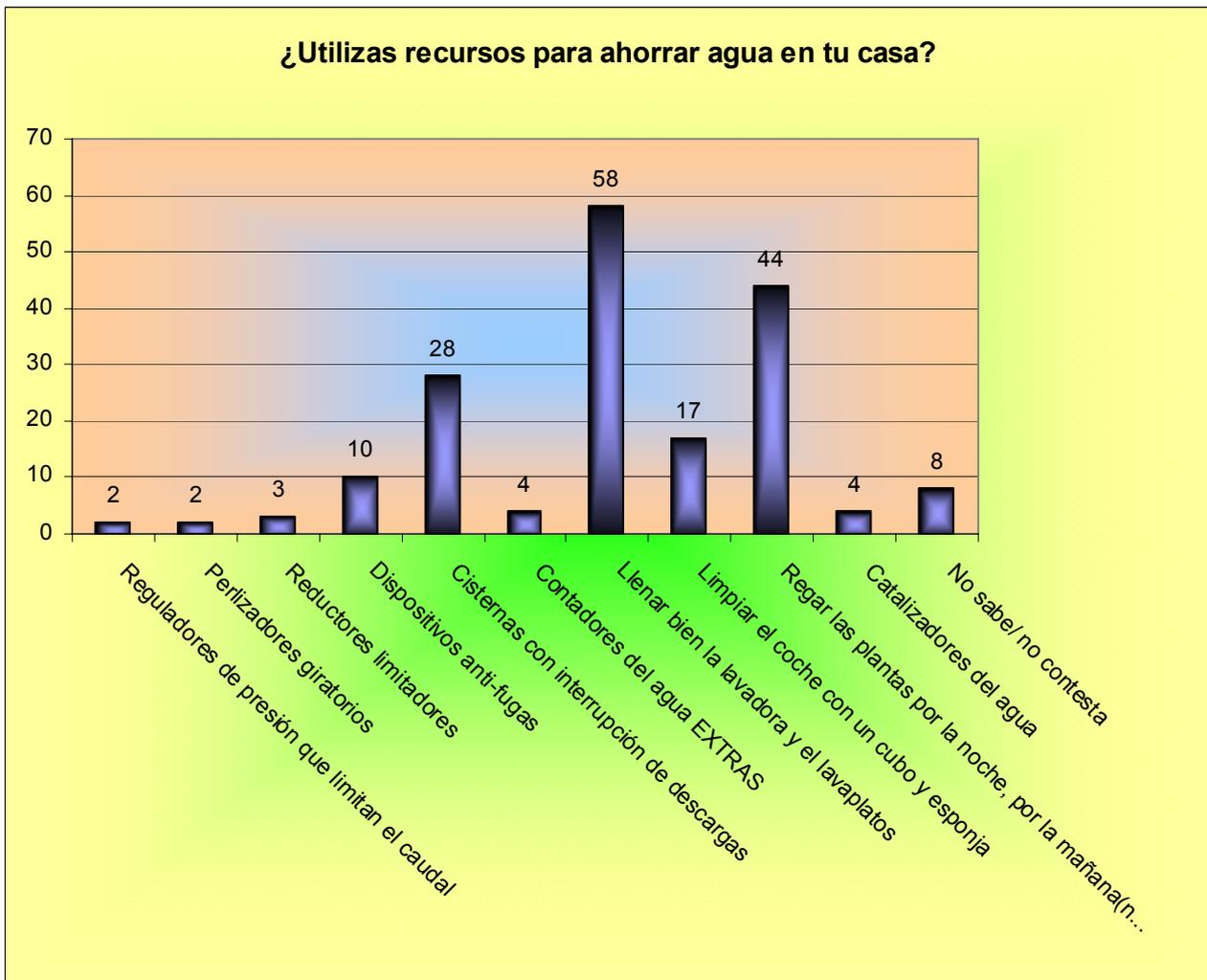
# INFORME DE UNA INVESTIGACIÓN

## AGUA COMO FUENTE DE VIDA

**Autores:** Pedro J. Freire, Mario Asensi Blanc y María Zapata Pérez

Se ha realizado una encuesta en el “Centro de Formación de Personas Adultas Serrano Morales” a una muestra del alumnado de todo el Centro compuesta por 100 personas elegidas al azar. Se desean obtener conclusiones sobre la utilización y alternativas al uso del agua.

1.- ¿Utilizas recursos para ahorrar agua en tu casa?

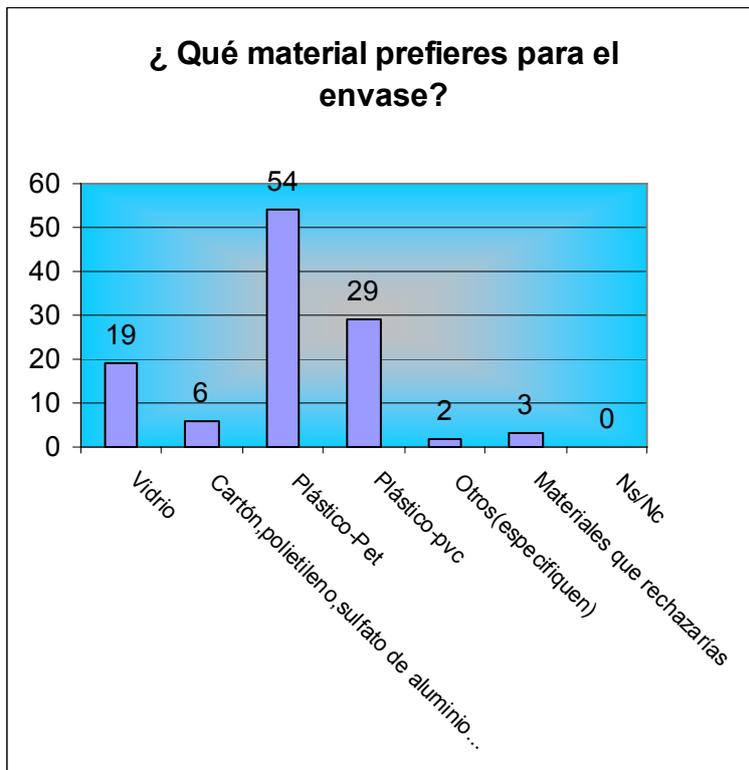


De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes conclusiones: De todos los recursos expuestos en la pregunta casi un 60% de los encuestados llena bien la lavadora y el lavaplatos. El 45% de los encuestados riega las plantas por la noche y por la mañana (nunca en las horas de más calor). Un 28% tienen cisternas con interrupción de descargas. Y sólo un 17% limpia el coche con cubo y esponja. De las demás opciones ninguna supera un 10%.

*Podemos concluir del análisis de los resultados que hay un gran desconocimiento por falta de información de los recursos que existen para ahorrar agua.*

*Estos sistemas podían ser más comunes en los hogares si las administraciones públicas realizarán campañas de información y ofrecieran dichos recursos. Con lo que pensamos se favorecería un mayor ahorro en el consumo de agua.*

## 2.-Cuando compras agua, ¿qué material prefieres para el envase?

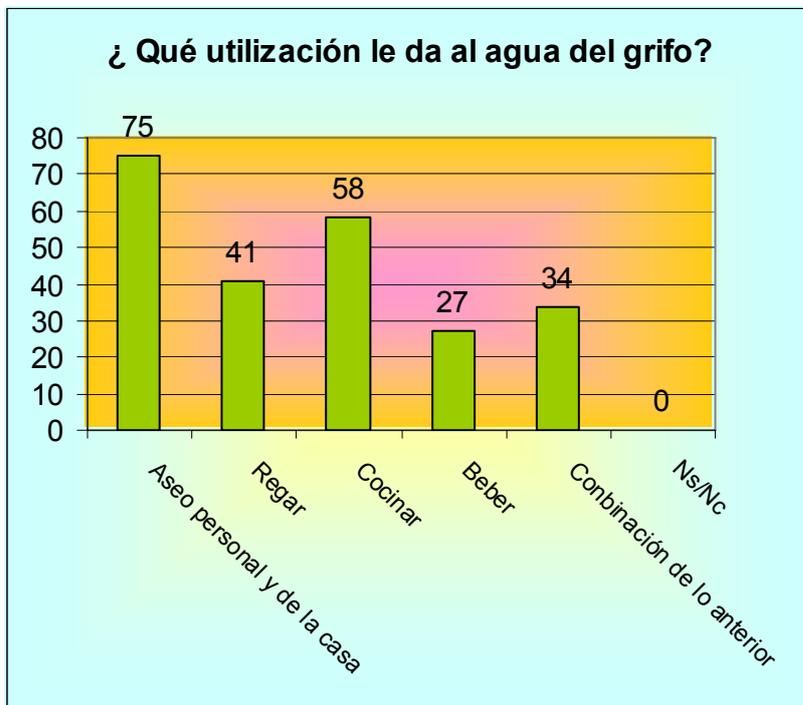


De los resultados del sondeo de opinión en el Centro se desprenden las siguientes conclusiones: que un 54% se decanta por comprar el envase de Plástico-PET. Que sólo un 19% se inclinan por la utilización del vidrio. Que un 30% utilizaría el PVC (sin embargo no tienen información acerca de la peligrosidad de este plástico). El resto de los tipos y el de tetra-brick no son muy considerados.

*Se recomendaría la utilización del envase de un material hecho de vidrio o Plástico-PET. Un envase hecho con cristal es más higiénico, saludable y reciclable.*

*El plástico-PET es un material muy reciclable y no es tóxico y no se degrada al medioambiente.*

3.- ¿Qué utilización le da al agua del grifo?

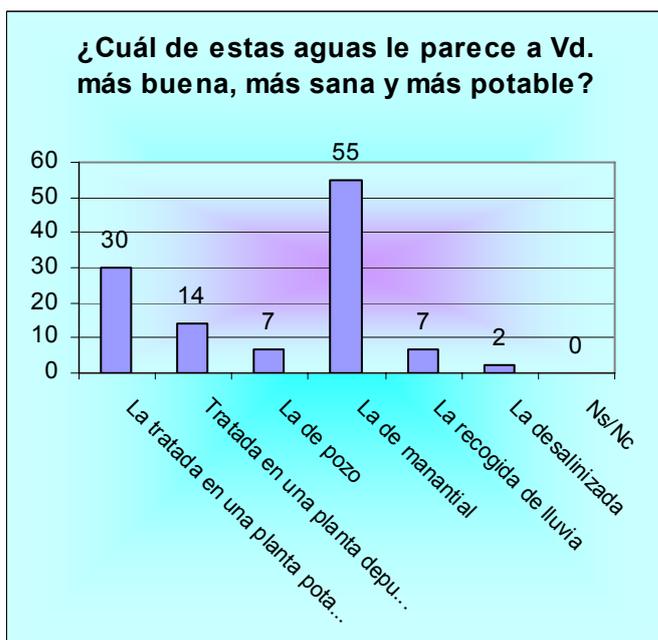


Del estudio realizado a través de esta encuesta se sacan las siguientes respuestas para esta pregunta: que un 75% del alumnado utiliza el agua para el aseo personal y de la casa. Que un 59% la utiliza para cocinar. Que un 40% la utiliza para regar. Que sólo un 28% la bebe. Y que

un 35% hace una combinación de todos ellos.

*El agua del grifo no es de una calidad suficiente para un consumo prolongado. Ya que posee un sabor y una composición química bastante criticable y poco fiable.*

4.- ¿Cuál de esta agua le parece a usted más buena, más sana y más potable?



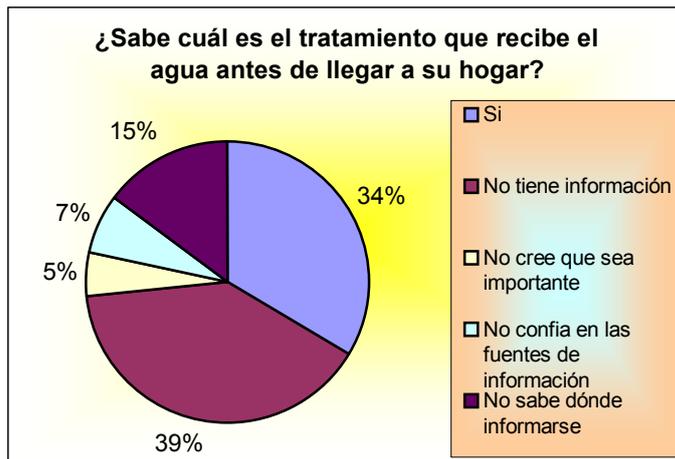
potable?

De esta pregunta se puede sacar la conclusión de que un 55% confía más en el agua sacada del manantial. Que solo un 30% bebería agua tratada en una planta potabilizadora, un 14% lo haría de una tratada en una planta depuradora. Y que solo un 17% bebería agua de un pozo o de la recogida de la lluvia, y 1% lo haría de una desalinizadora.

*Las aguas potables son: las de una planta potabilizadora y en ocasiones las de manantiales y pozos. El resto no son potables.*

*Que un 70% no consuma agua de una planta potabilizadora y que haya un 14% que lo haga de la de una planta depuradora se puede extraer la conclusión del gran desconocimiento que hay en referencia al tratamiento que se le da al agua.*

### 5.- ¿Sabe cuál es el tratamiento que recibe el agua antes de llegar a su hogar?



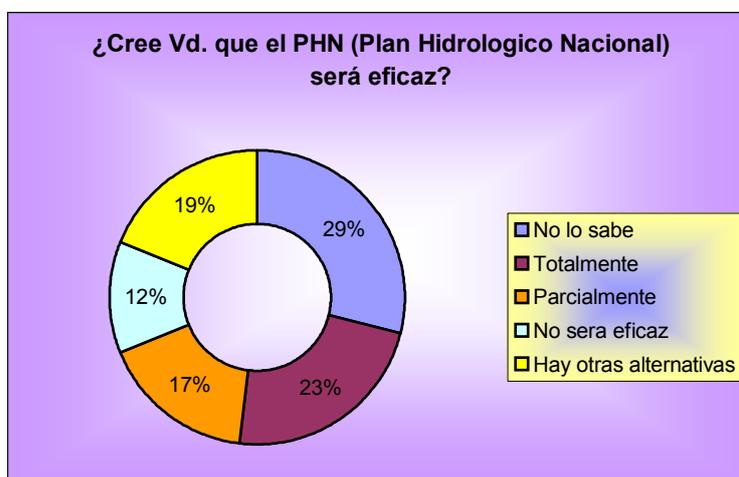
En este gráfico podemos observar que un 39% del alumnado no tiene información acerca del tratamiento que sufre el agua que le llega a su hogar. Un 34% dice que tiene bastante información; un 15% dice que no sabría donde informarse, el 7% de los que sí sabrían donde

informarse no se fiarían de las fuentes; y por ultimo sólo un 5% no le da ninguna importancia al hecho de desconocer el tratamiento que sufre el agua antes de llegar a su casa. Lo importante a destacar es que el 66%, no sabe cuál es el tratamiento que recibe el agua que le sale por el grifo de su casa.

*Opinamos que la Administración Pública debería impulsar otra campaña de información al usuario y enseñar en los Centros Escolares los procesos más recomendables para el tratamiento del agua antes de que llegue a nuestras casas.*

*El tratamiento que sugerimos para el agua que sale de nuestros grifos es el suministrado en las plantas potabilizadoras.*

### 6.- ¿Creé usted que el PHN (Plan Hidrológico Nacional) será eficaz?



Las conclusiones que se sacan de esta pregunta son: que un 29% no sabe si será eficaz; que un 23% piensa que será totalmente eficaz; que un 19% cree que hay otras alternativas (expuestas en la siguiente pregunta); que un 17%

creo que será parcialmente eficaz; y por último que un 12% no cree que lo sea.

*Nuestra opinión es que sí será eficaz parcialmente. ¿Por qué? Porque resolverá en cierta medida la escasez del agua, pero sus consecuencias negativas en el medioambiente serán enormes. Habría que estudiar otros modos de obtener agua potable.*

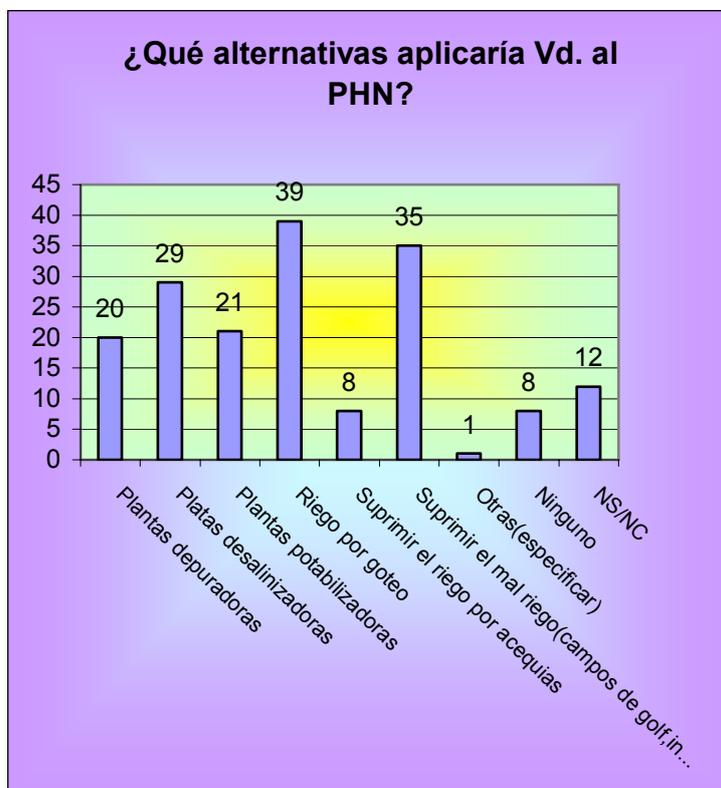
**Generalización**

Generalizando los resultados obtenidos de la investigación con la muestra de 100 alumnos/as al total de 702 alumnos/as que se encuentran en el Centro de Formación de Personas Adultas Serrano Morales. Se obtienen los siguientes valores.

Un total de 204 alumnos/as no hubieran sabido si será eficaz el PHN, 161 alumnos/as hubiesen afirmado que será totalmente eficaz, 119 alumnos/as hubiesen afirmado que el PHN será parcialmente eficaz, 84 alumnos/as habrían opinado que el PHN no será nada eficaz. Y por ultimo 133 alumnos/as hubiesen opinado que hay otras alternativas a dicho plan.

Por lo cual afirmamos que hay una gran desinformación sobre el PHN. Y de los que están informados opinan que sería relativamente eficaz para resolver los problemas de escasez de agua. Un porcentaje elevado de los encuestados opina que se tendrían que barajar otras alternativas, o complementarlo con ellas.

7.- ¿Qué alternativas aplicaría usted al PHN?



Los resultados que se extraen de esta cuestión son: que un 40% de los encuestados dice que impondría el riego por goteo, un 35% suprimiría el riego por acequias. Un 30% dice que implantaría plantas desalinizadoras, y sólo un 20% implantaría plantas depuradoras. Un 8% suprimiría el mal riego o no haría nada. Un 12% no saben o no contestan.

*Alternativas: Nos parecen todas adecuadas. ¿Por qué? Porque cada una de ellas se corresponde con una necesidad de diferentes zonas y todas ellas forman un*

*conjunto, el cuál para su aplicación necesita necesariamente de una conciencia ecológica individual y colectiva.*

**ANEXO V**

**MURALES ELABORADOS**

## ANEXO V MURALES ELABORADOS

Tras visitar la Planta Potabilizadora de Manises (Valencia) el alumnado de 1º y 2º de GES elaboró paneles para difundir los conocimientos adquiridos. Este primer panel corresponde a un grupo de 2º de GES.

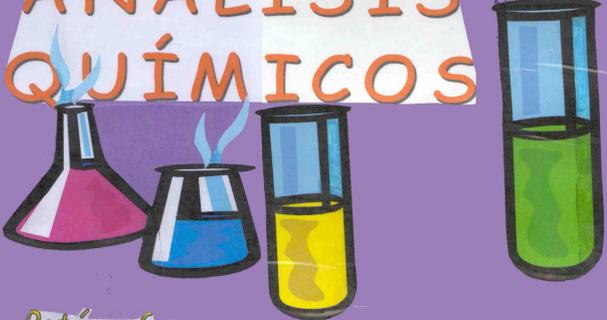
# POTABILIZADORA

## CAPTACIÓN



- PROCESO DE CAPTACIÓN -  
Se coge el agua del río. Nücar.

## LABORATORIO ANÁLISIS QUÍMICOS



**Potógrafo:** Para saber si el agua contiene metales.

**Turbidímetro:** NEFELOMETRÍA Para saber la turbidez del agua.

**Peachimetro:** Para saber la acidez o basicidad del agua.

## DESBASTE



- PROCESO DE DESBASTACIÓN -  
El agua recogida se pasa por unas rejás para eliminar los residuos grandes.

**Espectrofotómetro:** Para saber qué metales tiene el agua.

**Floculador:** Para medir la concentración de floculos.

## PRE-CLORACIÓN



- PROCESO DE PRE-CLORACIÓN -  
Se le añade cloro. Según la suciedad se le agrega más o menos cantidad de cloro-gas.

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



El agua captada en diferentes momentos del proceso se le hace pasar por unos filtros. Estos filtros se ponen en unas placas de cultivo a una temperatura determinada.



**POTABILIZADORA  
DE MANISES  
FILTRACIÓN**



**Módulos de mandos**

Se bombea el aire desde abajo hacia arriba de los filtros, para limpiarlos mediante esos módulos de mando de la fotografía de arriba

**EL FILTRO NUEVO, LIMPIA EL AGUA CON MÁS EFICACIA QUE EL ANTIGUO, CUANDO EL AGUA PASA A TRAVÉS DEL FILTRO LLEVA LA VELOCIDAD ADECUADA. CONFORME SE ATRAVIESAN LAS CAPAS VAN QUEDANDO LAS PARTÍCULAS MÁS DIFÍCILES DE SEPARAR DEL AGUA.**

**FOTO DE LA DERECHA**



**Los filtros**

A la izquierda se encuentra un ejemplo de cómo era el filtro antiguo de la potabilizadora de Manises y a la derecha se encuentra un ejemplo del filtro que se usa en la actualidad.

A simple vista se puede ver la diferencia que hay entre los dos, el de la derecha contiene más capas de arena y piedras que hacen que el agua quede mucho más limpia y depurada.

**CARLOS EDUARDO DA  
SILVA  
RICHAD TORRES  
EVA ALEMANY  
SANDRA PALOMARES**

**GURPO 1º GES B**

## **ANEXO VI**

# **FOTOS REGISTRADAS EN SALIDAS PEDAGÓGICAS**

## ANEXO VI

### FOTOS REGISTRADAS EN SALIDAS PEDAGÓGICAS



*Foto 1: Marcando un árbol del sendero*



*Foto 2: Trabajando cooperativamente*



*Foto 3: Preparados para comenzar*



*Foto 4: Anotando explicaciones*



*Foto 5: Observando el agua ya potable*



*Foto 6: Consultando dudas*



Foto 7: Muestreo en Teresa

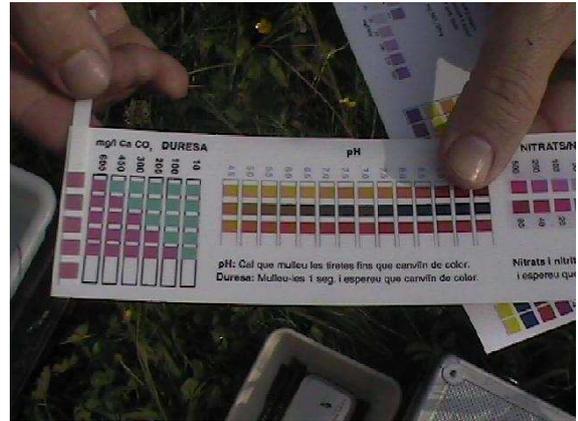


Foto 8: Determinación de la dureza del agua

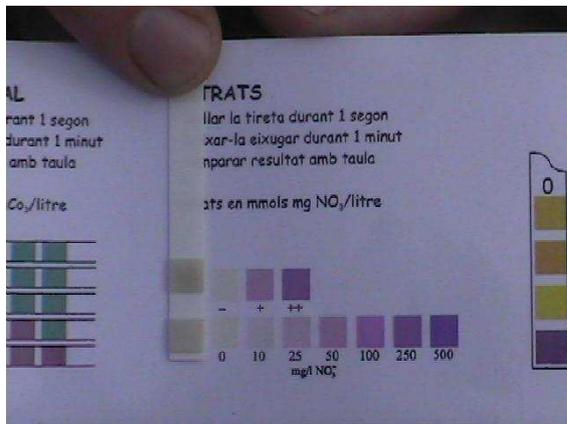


Foto 9: Determinación de los nitratos

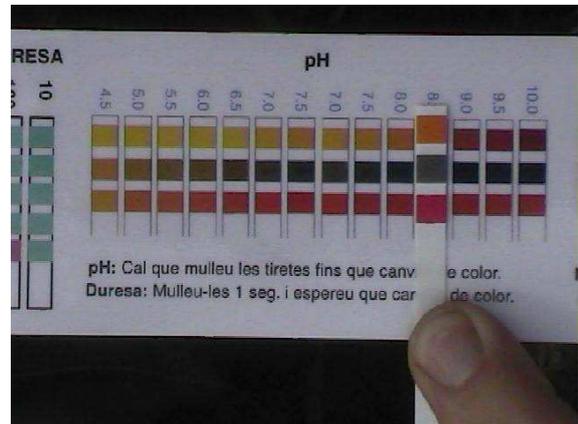


Foto 10: Determinación del pH



Foto 11. Madrilla



Foto 12: Comiendo en la fuente de Bejis



*Foto 13: Puesta en común de datos*



*Foto 14: Puesta en común de datos*



*Foto 15: Vertido de aguas residuales de Teresa*



*Foto 16: Vertido de aguas residuales de Teresa*



*Foto 17: Vertido de aguas residuales de Teresa*



*Foto 18: Vertido de aguas residuales de Teresa*

## **ANEXO VII**

# **RESULTADOS DE LA ENTREVISTA Y DEL CUESTIONARIO INICIAL**

## RESULTADOS DEL PRIMER INSTRUMENTO: ENTREVISTA

Se adjunta a continuación la tabla con los resultados obtenidos en la realización de las entrevistas. Se presentan en las columnas correspondientes, la frecuencia y el porcentaje de las respuestas del alumnado. Se han englobado los chicos y las chicas en el total de personas representantes de cada Centro pues no se han encontrado diferencias significativas que interesen al problema de la enseñanza que nos ocupa. El número de alumnos entrevistados corresponde a 27 de 1º de ESO, 26 de 1º de GES y por último 28 de 2º de GES.

Tabla 23: Resultados del primer instrumento: Entrevista

Nº de ÍTEM		1º ESO Número = 27		1º GES Número = 26		2º GES Número = 28	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
ÍTEM 1 Los alimentos sólidos son:	más importantes que los líquidos.	5	18,52	2	7,69	0	0
	igual de importantes que los líquidos.	4	14,81	2	7,69	1	3,57
	menos importantes que los líquidos.	18	66,67	21	80,77	24	85,71
	No sabe, no responde.	0	0,00	1	3,85	3	10,71
ÍTEM 2 En el planeta hay suficiente agua potable para todos	Sí	8	29,63	12	46,15	9	32,14
	No	19	70,37	14	53,85	19	67,86
ÍTEM 3 ¿Podemos llegar a quedarnos sin agua potable?	Sí	25	92,59	22	84,62	24	85,71
	No	2	7,41	4	15,38	4	14,29
ÍTEM 4 ¿Podemos gastar toda el agua potable que queremos?	Sí	1	3,70	2	7,69	8	28,57
	No	26	96,30	24	92,31	20	71,43
ÍTEM 5 Por desarrollo sostenible entienden No perjudicar generaciones futuras	Gastar de un modo racional para que la naturaleza se renueve de forma que no haya escasez de recursos naturales.	1	3,70	0	0	4	14,29
	Que hagamos lo posible por conservar agua, alimentos, paisajes, etc.	0	0	1	3,85	1	3,57
	Desarrollo ecológico del mundo sin cambiar el planeta	0	0	2	7,69	3	10,71
	procurar no gastar más recursos de los que se tienen, para evitar quedarnos sin ellos	0	0	1	3,85	1	3,57

No tienen en cuenta las generaciones futuras	El consumo que hacemos diariamente cada ciudadano	0	0	1	3,85	0	0
	Que si uno gasta más de lo que tiene, llegaría un momento que se le agotarían a uno los recursos	0	0	1	3,85	0	0
	No hacer un mal uso de las comodidades que podemos disfrutar	0	0	1	3,85	0	0
	Ahorrar agua y todo lo que se pueda reciclar que se recicle.	0	0	0	0	1	3,57
	Un desarrollo de manera estable, que es de manera progresiva	0	0	0	0	1	3,57
	Que todo el mundo tiene que tener cosas para poder vivir.	0	0	0	0	1	3,57
	No sabe, no responde	26	96,30	19	73,08	16	57,14
ÍTEM 6 Por consumo de agua según un desarrollo sostenible entienden:	utilizar el agua sin malgastarla ni contaminarla.	1	33,70	0	0	3	10,71
	consumo racional del agua.	0	0	3	11,54	5	17,86
	consumo de agua responsable sin perjudicar generaciones futuras.	0	0	0	0	1	3,57
	no consumir más agua de la necesaria, procurar que queden reservas.	0	0	1	3,85	3	10,71
	usar el agua de manera que alcance a todos consumir en función de la que haya.	0	0	1	3,85	1	3,57
	utilizar el agua cuando de verdad se necesite, no estar media hora bajo el grifo	0	0	0	0	2	7,14
	no poner la lavadora si no esta llena de ropa, ducharse y no bañarse, etc.	0	0	1	3,85	0	0
	que todo el mundo debe tener el agua necesaria para poder vivir.	0	0	0	0	2	7,14
	no sabe.	26	96,30	20	76,92	11	39,29

## RESULTADOS OBTENIDOS EN EL CUESTIONARIO INICIAL

Se adjunta a continuación la tabla con los resultados obtenidos en la realización del cuestionario. Se presentan en las columnas correspondientes, las frecuencias absolutas de respuestas correctas para cada uno de los ítems y el porcentaje en la que son expresadas. Se han englobado los chicos y las chicas en el total de personas representantes de cada muestra pues no se han encontrado diferencias significativas entre ellas que interesen al problema de la enseñanza que nos ocupa.

Tabla 24: Resultados del cuestionario inicial.

Nº de ÍTEM Respuesta correcta	1º ESO Número = 51		1º GES Número = 47		2º GES Número = 63		GLOBAL Número = 161		
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	
ÍTEM 0 Han estudiado la problemática del agua anteriormente	31	60,8	18	38,3	31	49,2	80	49,7	
ÍTEM 1 Sólo el 0,01 % es dulce y accesible	5	9,8	7	14,9	25	39,7	37	23,0	
ÍTEM 2 En la Comunidad Valenciana la actividad agrícola es la que más agua consume	22	43,1	18	38,3	21	33,3	61	37,9	
ÍTEM 3 El valor medio de litros de consumo por habitante y día está entre 100 y 300 litros	16	31,4	7	14,9	14	22,2	37	23,0	
ÍTEM 4 Las acciones que se llevan a cabo en una depuradora son: a), b) y d)	0	0	2	4,3	1	1,6	3	1,9	
ÍTEM 5 Las acciones que se llevan a cabo en una potabilizadora son: a) y b)	6	11,8	6	12,8	8	12,7	20	12,4	
ÍTEM 6 En la naturaleza no hay agua para gastar la que queramos	46	90,2	38	80,9	55	87,3	139	86,3	
ÍTEM 7 Hay que pagar el agua que gastamos porque:	Dice una razón	36	70,6	26	55,3	39	61,9	101	62,7
	Dice dos ó 3 razones	4	7,8	4	8,5	15	23,8	23	14,3
	Dice 4 ó más	0	0	0	0	0	0	0	0
ÍTEM 8 Hay problemas de agua en:	Mi ciudad	21	41,2	19	40,4	33	52,4	73	45,3
	Otras Ciudades	34	66,7	25	53,2	53	84,1	112	69,6
ÍTEM 9 Señala problemas y causas	Dice un problema	28	54,9	14	29,8	22	34,9	64	39,8
	Dice 2 ó 3	10	19,6	12	25,5	28	44,4	50	31,1
	Dice 4 ó más	2	3,9	1	2,1	3	4,8	6	3,7
ÍTEM 10 Se practica el desarrollo sostenible cuando se consumen recursos renovables por debajo de su tasa de renovación.	6	11,8	8	17	25	39,7	39	24,2	
ÍTEM 11 Para que se utilice mejor el agua puedo realizar:	nº de acciones (+) ≥ 3	18	35,3	10	21,3	27	42,9	55	34,2
ÍTEM 12 Para abastecer las necesidades de	23	45,1	27	57,4	51	81	101	62,7	

agua se deben sobreexplotar los acuíferos si fuese necesario.									
<b>ÍTEM 13</b> Estoy convencido que el consumo de agua excesivo no repercute en el medio ambiente.		<b>33</b>	<b>64,7</b>	<b>37</b>	<b>78,7</b>	<b>59</b>	<b>93,7</b>	<b>129</b>	<b>80,1</b>
<b>ÍTEM 14</b> Cuanta más cantidad de fertilizantes, mayor cosecha se obtendrá		<b>21</b>	<b>41,2</b>	<b>27</b>	<b>57,4</b>	<b>53</b>	<b>84,1</b>	<b>101</b>	<b>62,7</b>
<b>ÍTEM 15</b> La contaminación producida por las actividades humanas es un mal necesario para el desarrollo de nuestra sociedad.		<b>23</b>	<b>45,1</b>	<b>22</b>	<b>46,8</b>	<b>43</b>	<b>68,3</b>	<b>88</b>	<b>54,7</b>
<b>ÍTEM 16</b> La contaminación de las aguas es un problema ambiental que sólo perjudica a los seres humanos		<b>40</b>	<b>78,4</b>	<b>37</b>	<b>78,7</b>	<b>59</b>	<b>93,7</b>	<b>136</b>	<b>84,5</b>
<b>ÍTEM 17</b> Me gustaría hacer más cosas por la defensa de la naturaleza, pero creo que mis acciones son insignificantes.		<b>18</b>	<b>35,3</b>	<b>16</b>	<b>34,0</b>	<b>36</b>	<b>57,1</b>	<b>70</b>	<b>43,5</b>
<b>ÍTEM 18</b> Estoy dispuesto a participar en campañas para fomentar el ahorro del agua y el reciclaje en mi centro escolar.		<b>34</b>	<b>66,7</b>	<b>28</b>	<b>59,6</b>	<b>45</b>	<b>71,4</b>	<b>107</b>	<b>66,5</b>
<b>ÍTEM 18</b> Con estos euros/mes	Hasta 5 €	<b>6</b>	<b>11,8</b>	<b>5</b>	<b>10,6</b>	<b>14</b>	<b>22,2</b>	<b>25</b>	<b>15,5</b>
	Entre 5 y 10 €	<b>8</b>	<b>15,7</b>	<b>1</b>	<b>2,1</b>	<b>2</b>	<b>3,2</b>	<b>11</b>	<b>6,8</b>
	Más de 10 €	<b>10</b>	<b>19,6</b>	<b>3</b>	<b>6,4</b>	<b>5</b>	<b>7,9</b>	<b>18</b>	<b>11,2</b>
<b>ÍTEM 19</b> Sólo se mejorará el medio ambiente cuando la administración aplique medidas más duras.		<b>9</b>	<b>17,6</b>	<b>7</b>	<b>14,9</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>28</b>	<b>17,4</b>
<b>ÍTEM 20</b> Se puede permanecer en perfecto estado durante más de 14 días sin tomar líquido		<b>26</b>	<b>51,0</b>	<b>37</b>	<b>78,7</b>	<b>53</b>	<b>84,1</b>	<b>116</b>	<b>72,0</b>

## **ANEXO VIII**

# **REGISTRO DE FIGURAS, TABLAS Y CUADROS**

<b>Figura n°</b>	<b>Título</b>	<b>Fuente y año</b>	<b>Página</b>
1	<i>La educación ambiental en el medio, sobre el medio y para el medio.</i>	<i>Fernández (1996)</i>	17
2	<i>Aportaciones totales medias anuales (hm<sup>3</sup>/año) y coeficientes de escorrentía en régimen natural en los diferentes ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos.</i>	<i>Libro Blanco del Agua (2000)</i>	20
3	<i>Escorrentías medias anuales (mm) y coeficientes de escorrentía en régimen natural en los diferentes ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos.</i>	<i>Libro Blanco del Agua (2000)</i>	21
4	<i>Distribución por cuencas de las clases de calidad según el índice BMWP'</i>	<i>Libro Blanco del Agua (2000)</i>	22
5	<i>Mapa de riesgo de escasez en los sistemas de explotación</i>	<i>Libro Blanco del Agua (2000)</i>	24
6	<i>Esquema representativo de la dependencia de los conocimientos e influencia del medio en las actitudes y conductas humanas.</i>	<i>V. Gavidia (2005)</i>	34
7	<i>Epicentro del terremoto de diciembre de 2003 en Irán.</i>	<i>Terra F. (2004)</i>	61
8	<i>Porcentaje de alumnado que afirma haber estudiado la problemática del agua</i>	<i>Elaboración propia</i>	88
9	<i>Representación de cuándo el alumnado ha trabajado la problemática del agua</i>	<i>Elaboración propia</i>	89
10	<i>Porcentaje de alumnado que considera más importantes los alimentos líquidos.</i>	<i>Elaboración propia</i>	90
11	<i>Porcentaje de alumnado que afirma que existen problemas relacionados con el agua.</i>	<i>Elaboración propia</i>	98
12	<i>Porcentaje de alumnado "totalmente de en desacuerdo" y "en desacuerdo" con la afirmación de que la contaminación producida por las actividades humanas es un mal necesario para el desarrollo de nuestra sociedad.</i>	<i>Elaboración propia</i>	103
13	<i>Porcentaje de alumnado que afirma que aportaría € para la realización de campañas favorecedoras del ahorro de agua.</i>	<i>Elaboración propia</i>	109
14	<i>Communication and Motivation for Behaviour Change (Van Woerkom in Schoen, 1993).</i>	<i>IUCN, The World Conservation Union (1993)</i>	115
15	<i>Mapa conceptual sobre el uso y gestión del agua.</i>	<i>Elaboración propia</i>	148
16	<i>Porcentaje de alumnado que aporta número de razones sobre el porqué hay que pagar el agua que gastamos.</i>	<i>Elaboración propia</i>	156
17	<i>Porcentaje de alumnado que afirma que en su ciudad o en otras hay problemas relacionados con el agua.</i>	<i>Elaboración propia</i>	160
18	<i>Dibujo del objetivo del proceso de Pre-cloración.</i>	<i>Elaboración propia</i>	171
19	<i>Nota media global final y nota media del grupo control correspondiente.</i>	<i>Elaboración propia</i>	175

<b>Tabla n°</b>	<b>Título</b>	<b>Autor y año</b>	<b>Página</b>
1	<i>Clases de calidad según el índice (BMWP')</i>	<i>Libro Blanco del Agua (2000)</i>	23
2	<i>Recursos y demandas totales en la Unión Europea</i>	<i>Libro Blanco del Agua (2000)</i>	23
3	<i>Caracterización de la muestra objeto de nuestro estudio</i>	<i>Elaboración propia</i>	85
4	<i>Notas globales obtenidas en la valoración del cuestionario.</i>	<i>Elaboración propia</i>	86
5	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionario para contrastar la 1ª hipótesis derivada</i>	<i>Elaboración propia</i>	91
6	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionario para contrastar la 2ª hipótesis derivada</i>	<i>Elaboración propia</i>	93
7	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionario para contrastar la 3ª hipótesis derivada</i>	<i>Elaboración propia</i>	97

<b>Tabla n°</b>	<b>Título</b>	<b>Autor y año</b>	<b>Página</b>
8	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionario para contrastar la 4ª hipótesis derivada</i>	<i>Elaboración propia</i>	102
9	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionario para contrastar la 5ª hipótesis derivada</i>	<i>Elaboración propia</i>	105
10	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionario para contrastar la 6ª hipótesis derivada</i>	<i>Elaboración propia</i>	107
11	<i>Caracterización de la muestra objeto de nuestro estudio</i>	<i>Elaboración propia</i>	133
12	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionarios inicial y final para contrastar la hipótesis derivada a).</i>	<i>Elaboración propia</i>	153
13	<i>Tabla de contingencia del ítem 3 inicial con respecto al ítem 3 final.</i>	<i>Elaboración propia</i>	154
14	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionarios inicial y final para contrastar la hipótesis derivada b).</i>	<i>Elaboración propia</i>	155
15	<i>Tabla de contingencia ítem 7 inicial con respecto al ítem 7 final.</i>	<i>Elaboración propia</i>	157
16	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionarios inicial y final para contrastar la hipótesis derivada c).</i>	<i>Elaboración propia</i>	158
17	<i>Tabla de contingencia ítem 1 inicial con respecto al ítem 1 final.</i>	<i>Elaboración propia</i>	159
18	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionarios inicial y final para contrastar la hipótesis derivada d).</i>	<i>Elaboración propia</i>	162
19	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionarios inicial y final para contrastar la hipótesis derivada e).</i>	<i>Elaboración propia</i>	163
20	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis cuestionario para contrastar la hipótesis derivada f).</i>	<i>Elaboración propia</i>	165
21	<i>Notas medias globales obtenidas en la valoración del cuestionario final del grupo experimental y del grupo control.</i>	<i>Elaboración propia</i>	174
22	<i>Pruebas de efectos inter-sujetos.</i>	<i>Elaboración propia</i>	176
23	<i>Comparación de las Medias de las Notas global inicial y global final en el grupo experimental de 1º de ESO.</i>	<i>Elaboración propia</i>	176
24	<i>Comparación de la nota global inicial con la global final en el grupo experimental de 1º de ESO.</i>	<i>Elaboración propia</i>	176
25	<i>Comparación de las Medias de las notas global inicial y global final en el grupo experimental de 1º de GES.</i>	<i>Elaboración propia</i>	177
26	<i>Comparación de la nota global inicial con la global final en el grupo experimental de 1º de GES.</i>	<i>Elaboración propia</i>	177
27	<i>Comparación de las Medias de las Notas global inicial y global final en el grupo experimental de 2º de GES.</i>	<i>Elaboración propia</i>	177
28	<i>Comparación de la nota global inicial con la global final en el grupo experimental de 2º de GES.</i>	<i>Elaboración propia</i>	178
29	<i>Resultados del primer instrumento: Entrevista</i>	<i>Elaboración propia</i>	449-450
30	<i>Resultados del cuestionario inicial.</i>	<i>Elaboración propia</i>	451-452

<b>Cuadro n°</b>	<b>Título</b>	<b>Autor y año</b>	<b>Página</b>
1	<i>Desarrollo sostenible y agua. Propuestas de la Agenda XXI</i>	<i>Antoine et. al. (1994)</i>	50
2	<i>Formulario para las entrevistas</i>	<i>Elaboración propia</i>	60
3	<i>Cuestionario inicial acerca del uso y consumo del agua</i>	<i>Elaboración propia</i>	65-69
4	<i>Datos personales del alumnado que constituye la muestra con la que aplicar el cuestionario</i>	<i>Elaboración propia</i>	71
5	<i>Instrumento de análisis 0 del cuestionario para valorar la situación inicial del encuestado</i>	<i>Elaboración propia</i>	71
6	<i>Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 1</i>	<i>Elaboración propia</i>	72

<b>Cuadro n°</b>	<b>Título</b>	<b>Autor y año</b>	<b>Página</b>
7	<i>Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 2</i>	<i>Elaboración propia</i>	73
8	<i>Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 3</i>	<i>Elaboración propia</i>	75
9	<i>Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 4</i>	<i>Elaboración propia</i>	78
10	<i>Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 5</i>	<i>Elaboración propia</i>	80
11	<i>Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 6</i>	<i>Elaboración propia</i>	81
12	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis 0 del cuestionario para valorar la situación inicial del encuestado</i>	<i>Elaboración propia</i>	87
13	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis entrevista para contrastar la 1ª hipótesis derivada</i>	<i>Elaboración propia</i>	90
14	<i>Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 1</i>	<i>Elaboración propia</i>	91
15	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis entrevista para contrastar la 2ª hipótesis derivada</i>	<i>Elaboración propia</i>	92
16	<i>Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 2</i>	<i>Elaboración propia</i>	93
17	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis entrevista para contrastar la 3ª hipótesis derivada</i>	<i>Elaboración propia</i>	95
18	<i>Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la 3ª hipótesis derivada</i>	<i>Elaboración propia</i>	96
19	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis entrevista para contrastar la 4ª hipótesis derivada</i>	<i>Elaboración propia</i>	100
20	<i>Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la 4ª hipótesis derivada</i>	<i>Elaboración propia</i>	101
21	<i>Resultados de aplicar el instrumento de análisis entrevista para contrastar la 5ª hipótesis derivada</i>	<i>Elaboración propia</i>	104
22	<i>Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 5</i>	<i>Elaboración propia</i>	104 – 105
23	<i>Instrumento de análisis del cuestionario para contrastar la hipótesis derivada 6</i>	<i>Elaboración propia</i>	106 – 107
24	<i>Cuestionario final acerca del uso y consumo del agua</i>	<i>Elaboración propia</i>	133 – 136