

AGUA: CUESTION DE CONCIENCIA

EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL AGUA

Una Propuesta Educativa para la Educación Media en Colombia



Universidad
del Cauca

AGUA: CUESTION DE CONCIENCIA

EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL AGUA

Una Propuesta Educativa para la Educación Media en Colombia

Elaborado por:

Carlos Alberto Orozco Montúa
Biólogo, Universidad del Cauca



UNIVERSIDAD DEL CAUCA
Programa de Biología

Popayán, Cauca

Gerardo Ignacio Naundorf Sanz
Director de la Propuesta
Universidad del Cauca

Miguel Hugo Corchuelo
Asesor Pedagógico
Universidad del Cauca

AUTOR:
Carlos Alberto Orozco Montúa

Portada: Cascada San Rafael,
Municipio de Puracé, Departamento del
Cauca. Foto por: Clara Lucía León, 2005

Con el apoyo del Programa de Biología
y el Énfasis en Recursos
Hidrobiológicos Continentales de la
Universidad del Cauca y el grupo SEPA
de la Universidad del Cauca

Se permite la reproducción libre total o
parcial de este documento siempre y
cuando se referencie la fuente

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	6
OBJETIVOS GENERALES.....	7
INFORMACION PARA EL EDUCADOR.....	8
INFORMACION PARA EL ESTUDIANTE.....	10
MAPA MENTAL.....	11
1. PRIMER MODULO: CONOZCAMOS AL AGUA.....	14
1.1 EL AGUA EN LA TIERRA	15
1.2 EL CICLO DEL AGUA EN LA NATURALEZA.....	15
1.3 EL AGUA COMO SUSTANCIA Y MEDIO ECOLÓGICO	17
1.3.1 Propiedades químicas del agua.....	17
1.3.2 Propiedades físicas del agua.....	18
1.3.3 El agua como medio ecológico	19
1.4 BOSQUES Y AGUA.....	22
1.5 TIEMPO DE PENSAR Y ACTUAR	24
1.6 ESTANDARES BASICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES.	31
2. SEGUNDO MODULO: ¿ES VERDAD QUE EL AGUA SE AGOTA?.....	33
2.1 CONTAMINACIÓN DEL AGUA	34
2.1.1 Concepto	34
2.1.2 Principales sustancias contaminantes	34
2.2 CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA	37
2.3 EFECTOS	38
2.3.1 Aspectos químicos y bioquímicos	38
2.3.2 Aspectos biológicos	39
2.4 SALUD HUMANA Y CALIDAD DEL AGUA	40
2.4.1 Enfermedades transmitidas por el agua	41
2.4.2 Enfermedades con base en el agua	42
2.4.3 Enfermedades de origen vectorial relacionadas con el agua.....	42
2.4.4 Enfermedades vinculadas a la escasez de agua	43
2.5 HECHOS Y CIFRAS: SALUD HUMANA Y AGUA EN COLOMBIA	44
2.6 HECHOS Y CIFRAS: SALUD HUMANA Y AGUA EN EL MUNDO	45

2.7 ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HIDRICO EN COLOMBIA Y DESARROLLO DURANTE LOS ÚLTIMOS AÑOS EN EL PLANETA TIERRA	47
2.8 TIEMPO DE PENSAR Y ACTUAR.....	58
2.9 ESTANDARES BASICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES Y EN CIENCIAS SOCIALES.	62
3. TERCER MODULO: EXAMINEMOS EL AGUA.....	65
3.1 CALIDAD DEL AGUA.....	66
3.2 MÉTODOS Y TÉCNICAS	67
3.2.1 Parámetros Físicos.....	67
3.2.2 Parámetros Químicos	71
3.2.3 Parámetros Biológicos	73
3.3 TIEMPO DE PENSAR Y ACTUAR.....	78
3.4 ESTANDARES BASICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES	84
4. CUARTO MODULO: SALVEMOS EL AGUA, SALVEMOS LA VIDA.....	86
4.1 ACCIONES ENCAMINADAS A LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN.....	87
4.1.1 ¿Y en el campo como podemos tratar los desechos humanos?	87
4.1.2 ¿Y de los detergentes, como los podemos usar?	88
4.1.3 ¿Y qué pasa con la agricultura?	89
4.1.4 ¿Cómo se mitiga la contaminación industrial?	89
4.1.5 ¿Cómo podemos evitar la erosión de suelos?.....	89
4.2 ALTERNATIVAS PARA EVITAR LA ESCASEZ DE AGUA	90
4.3 SISTEMAS DE REFORESTACIÓN.....	93
4.4 TIEMPO DE PENSAR Y ACTUAR.....	96
4.5 ESTANDARES BASICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES Y EN CIENCIAS SOCIALES.	102
5. QUINTO MODULO: ¿LEGAL O ILEGAL?.....	104
5.1 LEGISLACIÓN SOBRE USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL RECURSO AGUA.	105
5.2 TIEMPO DE PENSAR Y ACTUAR	109
5.3 ESTANDARES BASICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS SOCIALES.....	110
6. BIBLIOGRAFIA.....	111

INTRODUCCION

La crisis ambiental causada por el desperdicio y la contaminación de las fuentes hídricas lleva a pensar en la inexistencia de una conciencia de la importancia que tiene el agua para la vida, lo que conlleva a indagar sobre un quehacer educativo que ayude a crear esa conciencia. Esta solo se logra con la formación de ciudadanos y ciudadanas que se interesen por el bienestar de todos y que sean capaces de proponer procesos que estén en pro de buenos modelos de desarrollo en su contexto natural, social, económico y político.

Ante esta situación es necesaria la elaboración de un instrumento para la Educación Ambiental que apoye los procesos educativos en la escuela de los caucanos y de los colombianos en general. Sobre esta necesidad es que nace esta Propuesta en la que se presentan unos contenidos temáticos sobre el agua, con el objetivo de apoyar procesos de Educación Ambiental orientados al conocimiento y valoración del recurso Agua en el ámbito local, nacional e internacional.

La propuesta tiene como ejes principales: los conceptos fundamentales acerca del agua, la actual problemática, métodos y técnicas utilizadas para su análisis y caracterización, las soluciones a implementar a nivel individual, colectivo y la normatividad vigente en nuestro país a la cual es posible remitirse. Al final de cada grupo de contenidos se presenta una sección llamada **TIEMPO DE PENSAR Y ACTUAR**, en la cual los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar lo aprendido en cada contenido en su contexto real con actividades muy simples pero de gran valor social que buscan la creación de una conciencia estudiantil para la cual el agua no sea ese líquido abundante al cual estamos acostumbrados, sino, que es un recurso limitado el cual debemos apreciar y conservar.

Adicional a este documento se ofrece una alternativa didáctica como lo es el Material Educativo Computarizado MEC, que para este caso se elaboró como mapa mental, el cual tiene como centro de despliegue el agua y está diseñado para ser utilizado en grado Décimo de Educación Media ya que recopila conceptos y actividades aptas para este nivel académico, además de que viene acompañado del juego AGUA PUZZLE, de gran ayuda didáctica. No obstante, el mapa mental es aplicable a cualquier comunidad, con la ayuda de la creatividad del docente.

OBJETIVOS GENERALES

Contribuir con la construcción de valores ciudadanos tales como el respeto, la tolerancia, la solidaridad y la democracia hacia la sociedad, la naturaleza y en especial hacia el agua en el Departamento del Cauca y en nuestro país Colombia, con la ayuda del proceso Educativo Ambiental aquí propuesto.

Apoyar los procesos educativos realizados en escuelas y comunidades para el conocimiento, aprovechamiento, restauración y gestión de los recursos hídricos.

Contribuir a la promoción de los procesos de participación ciudadana y comunitaria orientados a realizar procesos de Educación Ambiental para el recurso Agua a nivel de su región.

INFORMACION PARA EL EDUCADOR

En su papel como educador ambiental es importante que entienda que la Educación Ambiental se caracteriza por ser dinámica: Por tanto, su orientación no debe ser uniforme o estricta, desorganizada y estática, por lo que no se espera que esta propuesta sea enseñada en su orden estricto, página por página y sin modificaciones, está abierta a las modificaciones que el docente quiera hacer, con la idea de que contribuya a la transformación de la conciencia de sus estudiantes.

La Educación Ambiental debe ser consecuente y fundamentada no solo en la realidad ambiental y biofísica de su entorno sino también debe tener elementos sociales, políticos, económicos y culturales. El estudiante no solamente debe ser un individuo con conocimientos que adquirió de su docente, debe considerarse un órgano de la comunidad y de un entorno que propone espacios de discusión y alternativas hacia las áreas y asuntos tratados en su aula escolar y en su sociedad. En el desarrollo de la EA, se ha concluido que esta no puede implementarse como una asignatura más, ni tampoco como una materia suplementaria dentro los planes de las diferentes materias que actualmente forman los programas de estudio que constituyen el currículo.

Su papel como educador ambiental debe estar en la formación de ciudadanos y ciudadanas preparados para actuar en procesos de gestión, entendiéndolos como aquellos procesos donde individuo y colectivos son conscientes de las responsabilidades y competencias suyas y de las demás personas, conocimiento que les facilita la toma de decisiones para la resolución de problemas socio-ambientales. En tales procesos los cambios de actitudes respecto al entorno deben estar ligados íntimamente con la ética ciudadana con escala de valores que incluyan la tolerancia, el respeto por la diferencia, la convivencia pacífica y la participación.¹

Esta propuesta de EA esta dividida en cinco módulos ordenados bajo las temáticas: conceptos fundamentales, problemática, análisis y caracterización de agua, búsqueda de soluciones y normatividad. Esta organización corresponde a una propuesta didáctica, pero Usted como docente puede partir desde cualquier módulo, con cualquier temática, con la actividad que desee y que las actividades propuestas aquí dependen de la dinámica pedagógica-ambiental que le de usted le dé.

Al finalizar cada modulo encontrará una matriz con los Estándares Básicos de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales sugeridos por el Ministerio de Educación Nacional, con

¹ COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL; MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Política Nacional de Educación Ambiental (PNEA). Gobernación de Antioquia, República de Colombia. Medellín: 2005

algunos logros adaptados para cada módulo, es muy importante que sepa que esta matriz es para que usted la tome como una guía de trabajo que le sugiere bajo que logros esperados puede dirigir su enseñanza, la temática comprendida en el documento no cumple con exactitud esos logros, sin embargo, la competencia estudiantil que se espera al final de cada módulo es la misma. Espero que este documento le sea de mucha utilidad para lograr ese objetivo tan esperado: Estudiantes con conciencia ambiental y social hacia el recurso agua.

INFORMACION PARA EL ESTUDIANTE

Esta propuesta ha llegado a tus manos con el propósito de que conozcas lo que es el Agua y lo importante que es para tu vida, para que dejes de pensar que el agua viene solamente de la llave sino que te des cuenta que detrás de ella existen procesos naturales, sociales y tecnológicos que permiten que seas uno de los pocos afortunados que tienen acceso a esta riqueza.

Al explorar esta propuesta junto a tu maestro encontrarás planteamientos teóricos y conceptuales que giran en torno a ese concepto tan inmenso que es el Agua. Estos se dividen en 5 módulos que están orientados a que conozcas: los conceptos fundamentales, la problemática, los métodos de análisis y caracterización, las soluciones a la problemática y la normatividad referentes al agua.

La propuesta ha sido ordenada en unos módulos específicos para la facilidad del lector, sin embargo, no quiere decir que tenga que ser usada con tal estrictez. Puede ser integrada y adaptada por el docente y los estudiantes a situaciones que se presenten en su región.

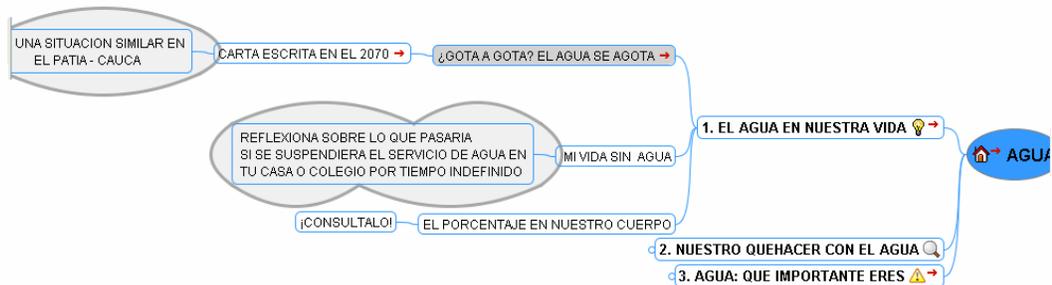
Se espera que con esta propuesta se inicie el proceso llamado Educación Ambiental en cada salón de clase de Colombia y que con la ayuda de ella los estudiantes conozcan las fuentes hídricas de su región, se conciencien del valor vital del agua, cambien sus actitudes para que estas se conviertan en comportamientos coherentes con el medio ambiente.

MAPA MENTAL

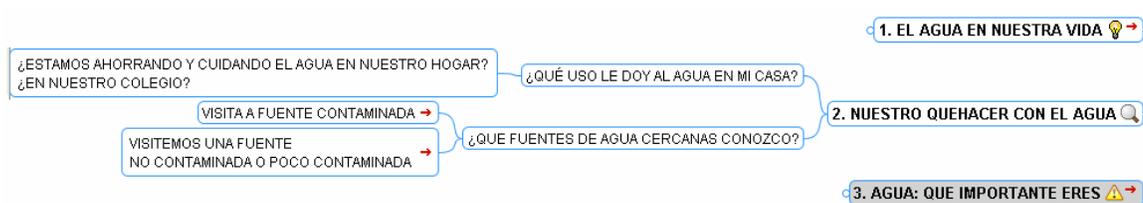


Si el docente desea darle el enfoque CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad) a la exploración y la enseñanza de la propuesta **AGUA: CUESTION DE CONCIENCIA** se aconseja seguir el **Mapa Mental del Agua** que está anexo a la propuesta siguiendo el orden que se presenta a continuación:

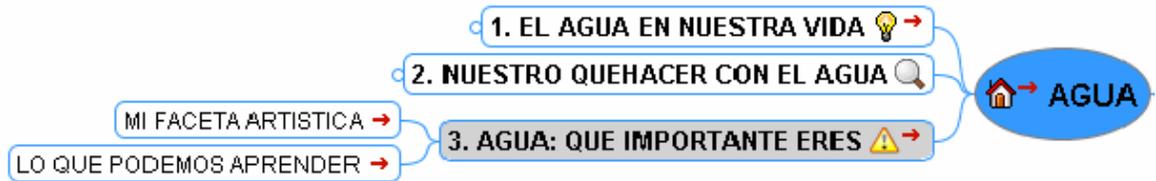
Sensibilización: Actividades dirigidas a despertar el interés y la conciencia estudiantil respecto a lo que el recurso agua significa en sus vidas. Abrir el nodo No 1 (EL AGUA EN NUESTRA VIDA) del Mapa Mental del Agua para observar las actividades y presentaciones correspondientes a esta fase.



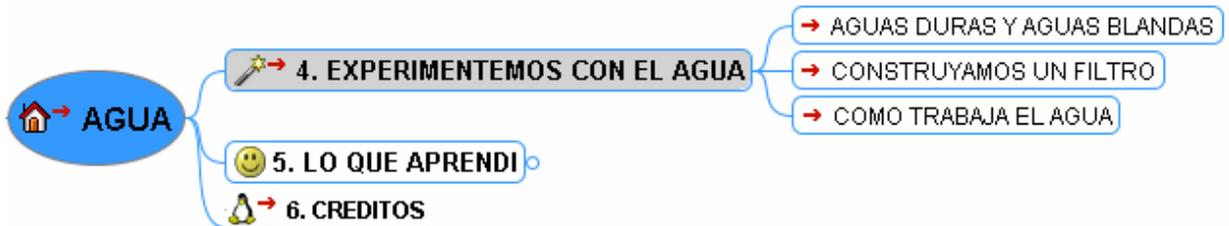
Contextualización: Actividades dirigidas a la exploración, descubrimiento y reflexión de los hábitos que tienen los estudiantes respecto a la problemática del agua. Abrir el nodo No 2 (NUESTRO QUEHACER CON EL AGUA) del Mapa Mental del Agua en para observar las actividades y presentaciones correspondientes a esta fase.



Exploración de conceptos o Conceptualización: Actividades dirigidas a que el estudiante relacione los conceptos previamente adquiridos en su formación académica con los conceptos en torno al agua que aprenderán. Abrir el nodo No 3 (AGUA: QUE IMPORTANTE ERES) del Mapa Mental del Agua en el para observar las actividades y presentaciones correspondientes a esta fase.



Análisis y construcción de relaciones: Actividades experimentales dirigidas a que el estudiante aplique conceptos y construya argumentos que le permitan abordar la problemática del agua y proponer soluciones mediante la experimentación. Abrir el nodo No 4 (EXPERIMENTEMOS CON EL AGUA) del Mapa Mental del Agua en para observar las actividades y presentaciones correspondientes a esta fase.



Socialización y divulgación de la información: Actividades encaminadas a que el estudiante asuma su rol en la sociedad y de distintas formas pueda presentar la información y divulgarla. Abrir el nodo No 5 (LO QUE APRENDI) del Mapa Mental del Agua para observar las actividades y presentaciones correspondientes a esta fase. Sin embargo, esta fase es inherente a todo el proceso pedagógico que se lleva a lo largo de la propuesta.



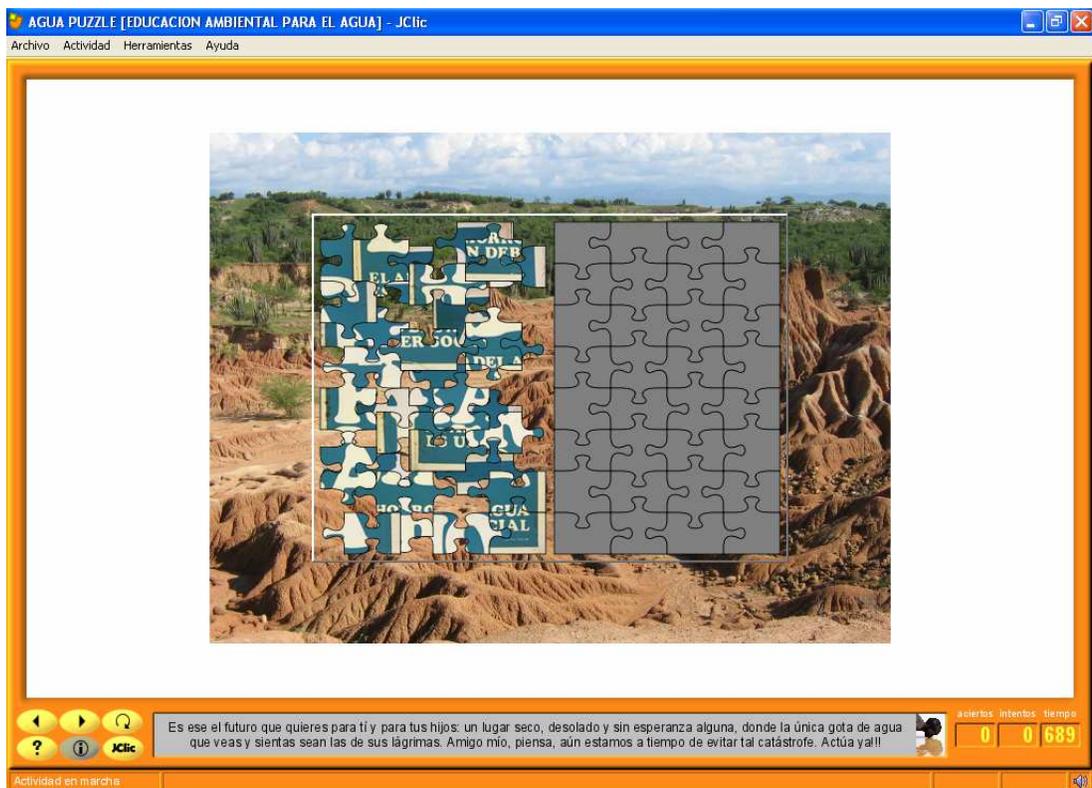
Confrontación de ideas: Dentro de las actividades antes mencionadas la confrontación de ideas siempre está presente, lo que da pie a la organización de debates donde cada estudiante asume una postura específica y confronta argumentos en torno a la problemática del agua, soluciones, etc.

Esta es una fase que está presente dentro de todo el material didáctico y es inherente al proceso pedagógico asumido por cada docente.

Elaboración de memorias: Dentro de las actividades antes mencionadas el estudiante debe estar siempre recogiendo información y organizándola de una forma adecuada mediante diarios de campo, archivos, bases de datos etc.

Este es una fase que está presente dentro de todo el material didáctico y es inherente al proceso pedagógico asumido por cada docente.

Adicional al mapa mental se diseñó el juego **AGUA PUZZLE**, el cual es un rompecabezas que busca despertar la conciencia y transformar las actitudes y comportamientos respecto al recurso Agua que conlleven al beneficio personal y colectivo de las personas que lo jueguen, con imágenes y mensajes que se presentan a lo largo de su desarrollo.



I. PRIMER MODULO: CONOZCAMOS AL AGUA. Conceptos fundamentales



Laguna en el Municipio de Puracé, Departamento del Cauca. Foto por Adriana Marcela Peña, 2006

OBJETIVO GENERAL: Los estudiantes conocerán las propiedades físicas y químicas del agua, su origen, su importancia y su movimiento en la naturaleza.

1.1 EL AGUA EN LA TIERRA

Objetivo: Los estudiantes conocerán que el agua disponible para el consumo humano es muy poca comparada con la cantidad total de agua en la naturaleza.

El volumen de agua en el planeta tierra es aproximadamente de 1.386 millones de Km³, de los cuales el 96,5% se encuentra como agua salada de los océanos y el 3,5% se encuentra como agua dulce en los continentes. Pero el 69% del agua dulce se encuentra en forma sólida en los glaciares y el 30% es agua subterránea; el 1% restante conforma lagos, ríos y otros ecosistemas acuáticos. En otras palabras, de cada 100 Litros de agua, menos de la mitad de una taza de té es agua útil para el consumo humano². Es decir que el agua dulce líquida y disponible para la vida continental es un porcentaje muy pequeño, es como si en tus manos tuvieras una jarra con agua pero solo pudieras beber una gota de ella. Por tanto se exige del conocimiento científico de estos ecosistemas acuáticos, de tal manera que podamos contribuir a su conservación³.

1.2 EL CICLO DEL AGUA EN LA NATURALEZA

Objetivo: Los estudiantes comprenden la importancia del ciclo hidrológico del agua en la naturaleza.

Se le llama ciclo hidrológico o ciclo del agua a los movimientos que determinan una circulación continua y conservación de agua entre los océanos, continentes y la atmósfera. Estos movimientos tienen como motores principales a la energía solar y la gravedad y los movimientos de rotación de la tierra alrededor de su eje. El ciclo del agua es un agente modelador de la superficie terrestre, debido a la erosión y al transporte y deposición de sedimentos por vía hidráulica. No es posible decir que el ciclo del agua tiene su inicio en un sitio específico, pero sí es posible explicarlo partiendo desde algún punto, en este caso podemos partir del océano. Aquí ocurre la evaporación del agua hacia la atmósfera, formando nieblas o nubes, que son transportadas hacia la superficie continental, algunas veces recorriendo distancias superiores a 1.000 Km. dependiendo de las condiciones climáticas del sitio donde se establezca el agua en su estado gaseoso, puede presentarse precipitación en estado líquido (lluvia) por el proceso de condensación, ó sólido (nieve o granizo) por el proceso de sublimación.

El agua precipitada sobre la superficie terrestre puede tener varios destinos, entre ellos: la evaporación directa hacia la atmósfera por la acción del sol, el escurrimiento por la

² JPIC. El Agua para la Vida: en defensa de nuestra hermana agua. Roma: 2003

³ UNEP, Global Environment Outlook. Earthscan, United Nations Environment Programme, London and New York: 2002

superficie terrestre hasta alcanzar y almacenarse en un cuerpo de agua (río o lago), proceso conocido como escorrentía superficial; la infiltración, la percolación (infiltración de agua hasta el nivel freático), o el escurrimiento subterráneo. Estos eventos están condicionados por los factores de origen climático y estructural del terreno, mucha de esta agua retorna así al océano completándose así todo el ciclo hidrológico.



Un normal funcionamiento del Ciclo del Agua es clave en las dinámicas terrestres ya que de él dependen las precipitaciones continentales que alimentan ríos, lagos y aguas subterráneas y que son fundamentales para el desarrollo normal de la vida en el planeta tierra.

*Ilustración por John M. Evans USGS, Colorado District, la ciencia del agua para las escuelas 2004
water.usgs.gov/gotita/watercyclegraphic.html*

Como puede observarse el agua pasa por sus tres estados: sólido, líquido y gaseoso, ocurriendo todas las transformaciones de la materia, en el caso del paso de agua entre la tierra y la atmósfera, este se da por los mecanismos de evaporación directa, transpiración de plantas y animales y sublimación que realmente aporta muy poca cantidad de vapor de agua comparada con la que aporta el proceso de evapotranspiración (evaporación y transpiración).

Como se menciona en un principio la energía solar es la fuente de energía térmica necesaria para el paso del agua desde los estados líquido y sólido a la fase de vapor, y también da origen de las circulaciones atmosféricas que transportan el vapor de agua y mueven las nubes. De otro lado, la fuerza de gravedad da lugar a la precipitación y al escurrimiento.

Es muy importante conocer que al evaporarse, el agua deja atrás todos los elementos que la contaminan o la hacen no apta para beber (sales minerales, químicos, desechos, entre otros contaminantes). Por eso, el ciclo del agua nos entrega una sustancia pura. Sin embargo, al precipitarse en estado líquido recoge muchos contaminantes de la atmósfera llevándolos hacia la superficie terrestre y ocasionando alteraciones ambientales.

1.3 EL AGUA COMO SUSTANCIA Y MEDIO ECOLÓGICO

Objetivo: Conocer las propiedades fisicoquímicas y su interacción con el medio ecológico.

1.3.1 Propiedades químicas del agua⁴

Muchas veces se comete el error de que al pensar el agua en la naturaleza está en su estructura química H₂O. La verdad es que debido a las numerables propiedades químicas, especialmente a su gran capacidad solvente, ésta se encuentra con muchos más compuestos.

Estructuralmente la molécula de agua está formada por 3 átomos: 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno, que se mantienen unidos por enlaces covalentes. Los átomos de hidrógeno están cargados positivamente y el átomo de oxígeno negativamente ocasionando fuerzas de repulsión y atracción que le dan como resultado una molécula de agua en forma triangular. Esto determina que el agua tenga una alta polaridad y una ligera tendencia a ionizarse, es decir, a separarse en iones H⁺ y OH⁻ en igual número, por lo que el agua puede comportarse como ácido o como base, facilitando las reacciones químicas con compuestos similares y la disolución de iones y moléculas polares, razón por la cual se considera como el solvente universal. En resumen tenemos:

✚ Una molécula de agua puede formar puentes de hidrógeno con otras moléculas de agua o de otras sustancias. Los puentes de hidrógeno son responsables de propiedades físicas como: cohesión, tensión superficial, alto calor específico, alto calor de vaporización, alto calor de fusión, acción capilar, capilaridad e imbibición.

⁴ Fuente: CURTIS, Helena *et al.* Biología. Sexta edición en español, editorial médica panamericana. Cali, Colombia. 2003

- ✚ Alta polaridad. Por lo que es un buen solvente para iones y moléculas polares.
- ✚ Tiene una ligera tendencia a ionizarse, osea a separarse en iones H⁺ y OH⁻ en igual número. Por lo que el agua puede comportarse como ácido o como base, lo que permite reacciones con similares.
- ✚ Debido a las características anteriormente reseñadas, el agua posee un pH neutro, correspondiendo a 7 en la escala de unidades de pH.

1.3.2 Propiedades físicas del agua⁵

Las propiedades físicas del agua son:

Parámetro	Valor
Peso molecular	18,16 g/mol
Punto de ebullición (a 1 atm de presión)	100 °C
Punto de fusión (a 1 atm de presión)	0 °C
Densidad a 0 °C (en estado líquido)	0,99987 g/cm ³
Densidad a 4 °C (en estado líquido)	1,0000 g/cm ³
Densidad a 100 °C (en estado líquido)	0,95838 g/cm ³
Calor de vaporización	9,719 Kcal./mol
Calor específico	0,999 cal/g
Calor de fusión	1,435 Kcal./mol
Temperatura crítica	374,1 C
Constante crioscópica	1,859 C/1.000 g
Constante ebullescópica	0,51 C/1.000 g
Capacidad calorífica a 15 °C	18,0 cal/mol. °C
Tensión superficial a 19°C	73,66 din/cm.
Tensión superficial a 100°C	58,90 din/cm.
Velocidad de propagación de las ondas longitudinales	1,450 m/s

Las Características físicas del agua como su punto de ebullición (100 °C) y su punto de fusión (0 °C), tienen una enorme importancia en cuanto a los procesos naturales se refieren, ya que las condiciones ambientales del planeta permiten que esta se encuentre en estado líquido en las aguas superficiales de la tierra y en los tejidos de los seres vivos, estado en el cual se pueden desarrollar los procesos vitales normalmente.

⁵ Fuente: CORPOCALDAS. La Carta del Agua No 1, Cartilla del Agua. Manizales: Junio 21 de 1998

La enorme capacidad calorífica del agua (18 cal/mol. °C o 1 cal/g °C) permite almacenar gran cantidad de calor en el agua sin que su temperatura varíe bruscamente. Esta propiedad brinda una estabilidad térmica al agua impidiendo que se caliente o se enfríe rápidamente, convirtiéndose en un medio de protección de los cambios bruscos de temperatura para los seres vivos actuando como un regulador de temperatura corporal, además de ayudar a mantener el clima en la Tierra.

Al pasar de estado líquido a sólido el agua se expande, ocasionando que el sólido formado (hielo) tenga una densidad menor al agua líquida. Al ser menos denso el hielo flota en el agua líquida, propiedad que permite que las grandes masas de agua se congelen de arriba hacia abajo, lo cual permite que en clima extremadamente frío, como lo es el caso de los polos, se desarrolle vida acuática.

El calor de vaporización del agua en estado líquido es bastante alto (539.6 cal/g), lo que quiere decir que es necesario aplicar 539.6 cal para evaporar un gramo de agua, por ejemplo son necesarias 1'079.200 cal para hervir solo 2 L de agua. Esto explica que el proceso de evaporación en plantas y animales sea un proceso de enfriamiento eficiente, en el caso de los humanos es posible sentir la sensación de frescura cuando se evapora el sudor de la piel. Además, en el ciclo hidrológico los procesos de evaporación y condensación del agua favorecen a la distribución del calor en la tierra.

En los ecosistemas acuáticos es muy importante la capacidad disolvente del agua, debido a que es capaz de disolver gran cantidad y variedad de sustancias, lo que brinda la posibilidad de ser un medio de transporte eficiente de nutrientes y productos de desecho necesarios para la complementación en los ciclos biológicos. Además, esta propiedad permite que el agua también se convierta en transportadora de contaminantes en los ecosistemas hídricos.

La gran tensión superficial del agua líquida (73,66 din/cm.) se debe a la fuerza de atracción entre sus moléculas lo que permite que un líquido se contraiga, y a la gran capacidad humectante, permitiendo adherirse y recubrir a un sólido. La tensión superficial del agua hace posible el fenómeno de la capilaridad, que unido a la gran capacidad disolvente de la misma hacen posible que las plantas tomen los nutrientes necesarios para su crecimiento del suelo y el agua en el caso de las plantas flotantes.

1.3.3 El agua como medio ecológico

El agua se considera como uno de los medios ecológicos más propicios para el desarrollo de la vida, entre otros aspectos por:

- ✚ Su gran capacidad de disolver gran cantidad y variedad de sustancias y su viscosidad relativamente baja que hace que fluya más fácil sobre la superficie terrestre, brindan la

posibilidad de ser un medio de transporte eficiente de nutrientes y productos de desecho necesarios para la complementación en los ciclos biológicos: insectos, animales grandes, plantas, polen, semillas, etc. Un ejemplo de su eficiencia son las galerías de árboles a lo largo de algunos tramos en los ríos, que surgieron al lado de la fuente hídrica ya que el agua transportó su semilla. Además, esta propiedad permite que el agua también se convierta en transportadora de contaminantes en los ecosistemas hídricos, que como veremos más adelante es motivo de preocupación por el deterioro ambiental al que están sometidas nuestras fuentes de agua.

- Los ecosistemas acuáticos albergan miles de organismos vivientes que a su vez se dividen en tres grandes grupos:

Productores o fotosintetizadores: bacterias, algas y plantas acuáticas.

Consumidores: todos los animales acuáticos, desde los protozoos hasta los animales vertebrados superiores.

Descomponedores o mineralizadores: hongos y bacterias acuáticas.

La productividad y el balance ecológico del ecosistema acuático dependen de la acción conjunta de estos tres grupos de organismos. La distribución de vida en el ecosistema acuático no es uniforme, cada organismo está relacionado con el lugar donde habita (hábitat) y la función que desempeña (nicho)⁶.

- En las zonas templadas en los ecosistemas acuáticos como lagos sucede un fenómeno de estratificación térmica por lo que el lago queda dividido en estas zonas (para las regiones tropicales no se presentan estratificaciones térmicas duraderas)⁷:

Epilimnio: zona limnética de temperatura relativamente alta. En esta zona ocurren dos fenómenos muy importantes uno abiótico producto de la absorción de luz en el agua que es el calentamiento y uno biótico, el más importante de todos: la fotosíntesis, proceso en el cual se produce oxígeno para el ecosistema.

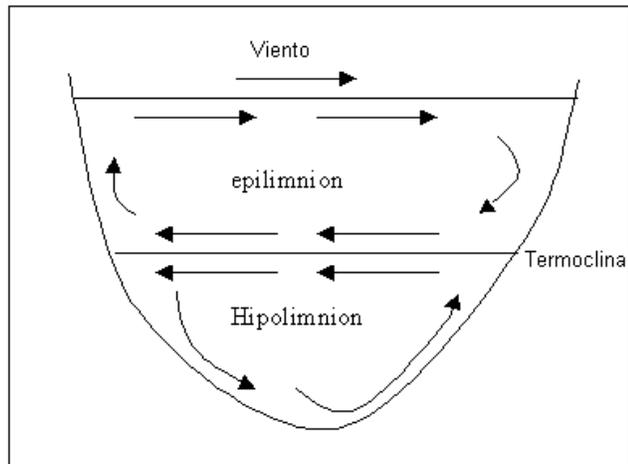
Mesolimnio o termoclina: zona de transición. Aquí se presenta una diferencia térmica igual a 1°C. Hay poca transferencia entre sustancias y organismos.

Hipolimnio: zona profunda de temperatura relativamente baja. En esta zona no existe penetración lumínica.

⁶ ROLDÁN, Gabriel. Fundamentos de limnología neotropical. Editorial universidad de Antioquia. Medellín: 1992

⁷ Ibid.

No obstante el agua está circula al interior del lago debido a los movimientos de viento y a los cambios de densidad del agua.

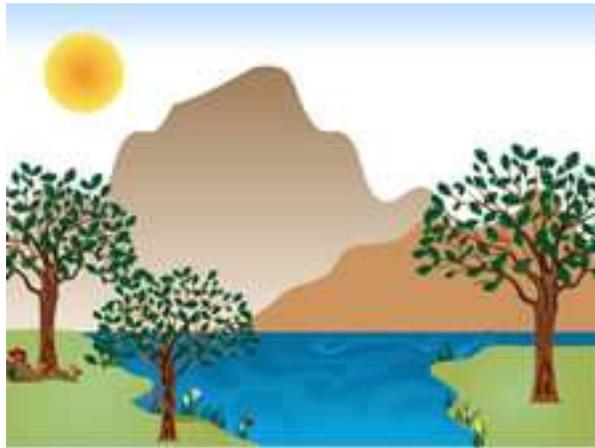


No obstante la estratificación del agua, esta circula al interior del lago debido a los movimientos de viento y a cambios en la densidad del agua.

- ✚ Las características físico químicas del agua y la presencia de sustancias disueltas la determinan estratificaciones, que sirven para la separación de sustancias y organismos, de tal manera que los ecosistemas acuáticos tienen alta biodiversidad. *Para mayor información ver <http://www.sagan-gea.org/hojared/CAgua.html>*

1.4 BOSQUES Y AGUA

Objetivo: Comprender la relación existente entre bosques y fuentes de agua.



Dentro de la relación existente entre bosques, suelo y agua cada factor tiene igual relevancia: sin bosques el suelo es inestable, un suelo inestable provoca alta sedimentación en las fuentes de agua y sobra decirlo ¡Sin Agua no hay vida!

Fuente de la ilustración: cruzadabosquesagua.semarnat.gob.mx/.../026.jpg

Las fuentes hídricas o las cuencas hidrográficas no solo dependen de sus fuentes abastecedoras ni de los organismos vivos a su interior, la cobertura vegetal juega un papel muy importante, a continuación se mencionan las principales funciones:

- ✚ La absorción de aguas lluvia, que al caer es asimilada por la vegetación y evaporada para la formación de agua en la atmósfera. En su proceso de escorrentía, forma ríos, arroyos, lagos y lagunas. Al infiltrarse en el subsuelo con la ayuda de árboles, arbustos, pastos etc., llega al nivel freático y acuíferos.
- ✚ Tanto el bosque como el agua son protagonistas del desarrollo de la vida en los ecosistemas: el primero, por ser productor y hacer parte de gran variedad de funciones como la de servir de hábitat para numerosos organismos, la segunda por ser el líquido fundamental para la vida. Al perder los bosques disminuye la capacidad de capturar y retener agua, afectándose el ciclo natural de los ecosistemas.
- ✚ Los árboles con sus profundos sistemas radicales son capaces de extraer agua de zonas profundas del suelo que se encuentra en reserva constante. Agua que es liberada paulatinamente ayudando a evitar inundaciones y sequías estacionales.



El agua transporta nutrientes a través de los bosques y selvas, mientras que los árboles con sus sistemas radicales y sus hojas mantienen una humedad constante para que las precipitaciones sean frecuentes y alimenten a los ríos y lagos, es un ejemplo de cooperación natural que los seres humanos deberían seguir y conservar.

Fuente fotográfica: www.catie.ac.cr/.../Imagenes/bosques_agua1.jpg

Como se mencionó anteriormente, el agua tiene una función transportadora, así que si se contamina el agua que circula por el bosque, estos productos contaminantes también lo afectarán. Además, de que cuando esta agua llegue por escorrentía a corrientes de agua dañará la vida de los organismos existentes en estas.

A mayor vegetación, mayor lluvia. Cuando la humedad se condensa en baja altura, como ocurre en el bosque y selva, se incrementa la lluvia; por otro lado, en las zonas deforestadas, las nubes se forman a gran altura y son arrastradas por los vientos, lo que reduce la probabilidad de precipitación.

Los bosques actúan como barrera protectora del agua que baja por las montañas producto de la precipitación. Al eliminarlos, las probabilidades de derrumbes e inundaciones se incrementan, la capa productiva del suelo es arrastrada causando problemas ecológicos irreversibles.

1.5 TIEMPO DE PENSAR Y ACTUAR

Objetivo: Que los estudiantes reflexionen y asuman un cambio de actitud frente al manejo del recurso hídrico.

ACTIVIDAD # 1: CONOZCAMOS NUESTRAS FUENTES⁸

Con la información aprendida del módulo CONCEPTOS FUNDAMENTALES, los estudiantes organizados en grupos deben realizar un análisis y discusión de lo aprendido y construir sus propios fundamentos teóricos y explicativos de las características y la importancia del agua en la naturaleza y en su contexto inmediato.

Basados en la fundamentación teórica y explicativa junto con tus compañeros elaboren una guía de trabajo para ser usada en las fuentes de agua de su entorno (escuela, barrio, vereda, ciudad etc.). El objetivo de esta práctica de trabajo es que los estudiantes realicen la lectura, escritura, interpretación, comprensión y valoración de la realidad sobre el origen, formación y características ambientales de las aguas en su lugar de residencia. El objetivo es que los estudiantes descubran la concepción que tienen ellos mismos sobre el recurso agua y las formas en que este se usa. Para ello, se presentan algunas preguntas orientadoras que pueden ser usadas por ustedes⁹:

Acercamiento de saberes, conocimientos y concepciones locales en relación con el recurso agua:

- ¿Qué uso se le da al agua en tu casa?
- ¿De qué forma se conserva el agua en tu casa?
- ¿Qué uso se le da al agua en tu barrio?
- ¿De qué forma se conserva el agua en tu entorno?
- ¿Qué cuentos, leyendas o mitos conocer relacionadas con el agua?

Analicemos entonces cuál es la importancia del agua en tu entorno.

⁸ Fuente: PATIÑO, Gladys y USECHE, Mariano. Educación ambiental 1, postprimaria. Revolución educativa, Colombia aprende. Ministerio de Educación Nacional. Colombia, 2006 y modificado para esta propuesta educativa

⁹ GAVIRIA, Yolanda. Educación Ambiental sobre el agua con las madres usuarias del programa FAMI del barrio Plateado, Popayán: 2003. Licenciatura en Etnoeducación. Centro de Educación Abierta y a Distancia. Universidad del Cauca

El Ciclo del Agua o el Ciclo Hidrológico:

- ¿Qué sucede cuando llueve? Realiza un dibujo y socialízalo con tus compañeros.
- ¿Existe alguna forma para hacer llover o hacer que deje de llover?
- ¿Qué pasa si no llueve? ¿Cuál es la época del año en que la falta de agua afecta cultivos, animales etc.?
- ¿Qué sucede cuando llueve muy fuerte? ¿Es posible realizar algo para aminorar o mitigar las lluvias fuertes?
- ¿Cuál es la importancia del Ciclo del Agua o Ciclo Hidrológico?
- ¿Por qué se llama ciclo?

Analicemos entonces cuál es la importancia del ciclo hidrológico.

Importancia de la vegetación al lado de las quebradas:

- ¿Conoces algunas plantas que produzcan agua o den humedad? ¿Cuáles?
- ¿Conoces algunas plantas que sequen el suelo? ¿Cuáles?
- ¿Qué crees que pasaría si no hubiera árboles alrededor de las quebradas o ríos?

Analicemos entonces la importancia de la vegetación cerca de las fuentes de agua.

Dibujemos el lugar donde vivimos:

- ¿Qué fuentes de agua tenemos cerca de nosotros? Dibújenlas.
- ¿Qué servicio prestan a la comunidad esas fuentes de agua?

Con la guía de trabajo realizada, es necesario efectuar una salida de campo para comparar los conocimientos adquiridos en este módulo con la realidad sobre las fuentes de agua cercanas. Al final de la jornada realizar una reflexión en grupo sobre lo que se observó. Cada grupo de estudiantes debe entregar un informe escrito.

ACTIVIDAD # 2: EL CICLO DEL AGUA¹⁰

Objetivo: Demostrar el ciclo del agua mediante una experiencia práctica sencilla.

Materiales

Agua

Regla

Recipiente transparente del tamaño aproximado de una caja de zapatos

Pedazo de plástico (forro para cuaderno)

Cubo de hielo

Bolsa de plástico con cierre hermético

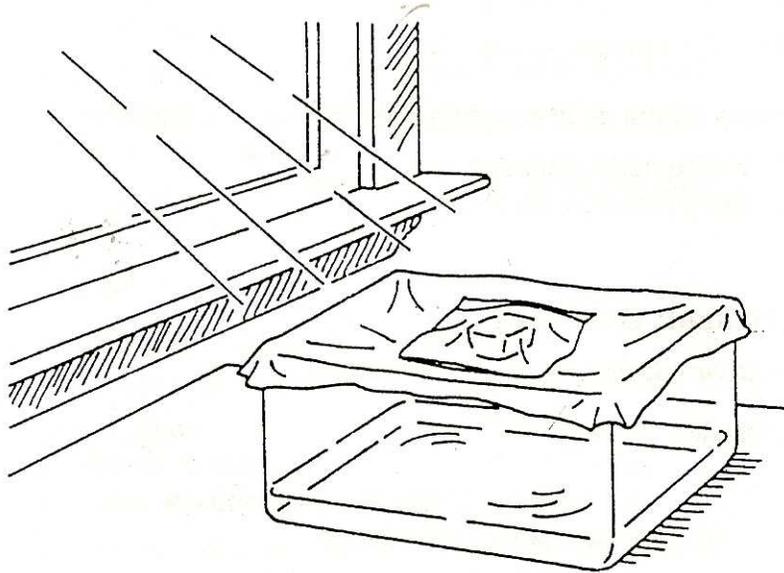
Reloj

Procedimiento

- ✚ Vierte agua en el recipiente hasta una altura de 2.5 cm.
- ✚ Cubre la parte superior del recipiente con el pedazo de plástico.
- ✚ Pon el cubo de hielo en la bolsa hermética y ciérrala.
- ✚ Coloca la bolsa en el centro del plástico que cubre la caja.
- ✚ Empuja suavemente el hielo hacia abajo unos 2.5 cm., de modo que la envoltura del plástico se hunda en el centro.
- ✚ Ubica la caja cerca de una ventana para que le de el sol.

Observa la superficie del plástico que está directamente debajo del cubo de hielo cada 20 minutos durante 1 hora o hasta que el hielo se funda.

¹⁰ Fuente: VANCLEAVE, J. Ecología para niños y jóvenes, actividades súper divertidas para el aprendizaje de la ciencia. Primera edición, editorial limisa. México D.F.: 1996



Resultados: Solicite a los estudiantes que anoten sus observaciones y expliquen los fenómenos que ocurren. Es importante que ellos utilicen los términos correctos para reforzar conocimientos y conceptos aprendidos.

Se forman gotas de agua en el lado interior del plástico, debajo del hielo. Algunas de estas gotas caen de nuevo en el agua de la caja.

Información para el profesor:

¿Por qué? El calor del sol proporciona energía, lo que causa que parte del agua líquida de la caja se evapore. El vapor de agua sube y se condensa en el lado interior del plástico que está frío por el hielo. Al juntarse más agua en el plástico, las gotas aumentan de tamaño hasta que su peso las hace caer de nuevo en el agua de abajo. Este es un modelo del ciclo del agua en la Tierra. El fondo de la caja representa la superficie de la Tierra y el plástico representa la atmósfera de la misma. Mientras la caja permanezca cerrada, la cantidad de agua en ella será la misma; solo cambia de una forma a otra.

ACTIVIDAD # 3: LA GRAN EMPRESA¹¹

Aprendizaje: Iniciación a la ecología: el ciclo de las energías en el ecosistema, la nutrición de las plantas, la fotosíntesis, las cadenas alimenticias, la mineralización de las materias orgánicas, el agua como agente de circulación. Organización del trabajo, funcionamiento social, espíritu de equipo.

Además este tipo de actividades permiten explorar las redes conceptuales de los estudiantes no solo del recurso agua, sino de muchos otros recursos naturales. Esta actividad puede ser personificada por el grupo de teatro de tu escuela o colegio o por estudiantes de cualquier edad. Es importante resaltar que esto es solo una guía de cómo puede ser la actividad, cada quien la puede acomodar a su gusto, pero más importante hacia el mensaje que se desee entregar a las personas.

Material: 2 Baldes, agua, 1 linterna grande, hojas de papel de dibujo, cartulinas, lápices negros y de colores, varios pares de tijeras.

La naturaleza es como una empresa, una gran empresa que funciona como un circuito cerrado, de forma autónoma. Esta empresa alimentaria proporciona ocupación a multitud de empleados, quienes a partir de materias primas producen determinada cantidad de alimentos, los cuales son consumidos al interior de cadenas... no de producción, sino de consumo. Esta energía viva, tanto al final de la cadena como al final de cada eslabón es reciclada por “agentes de transformación” y vinculada por el “agente de circulación”. Así pues, hay materias primas, productores, consumidores, transformadores y transportistas. De este modo, la materia orgánica es reciclada para realimentar a los productores, y el ciclo vuelve a empezar según un funcionamiento totalmente automático. ¡Eso es lo fantástico de la gran empresa!

Para escenificar la gran empresa hay que ser bastantes: 13 participantes es el número mínimo, pero cuantos más sean, mejor.

Materias primas: sol, agua, aire y sales minerales, es decir, 4 estudiantes.

Productores: como mínimo 2 estudiantes, hierbas y árboles.

Agentes de transformación: tantos como productores y consumidores (microorganismos de descomposición, bacterias y hongos).

Agentes de circulación: como mínimo 1 estudiantes, el más importante: el agua.

Formen 5 grupos que representen respectivamente las 5 funciones enumeradas. Intenten repartir de la forma más equitativa posible a los jugadores entre los distintos grupos, a fin de que las funciones queden equilibradas. Uno de ustedes es el jefe de la empresa, eso está

¹¹ Fuente: VAQUETTE, P. Juegos para descubrir la naturaleza. Ediciones Martínez Roca. Barcelona, España: 1996

claro, y por tanto el responsable de su funcionamiento. No obstante, dejen a sus empleados su parte de responsabilidad. Digan a los jóvenes que establezcan un debate dentro de cada grupo para saber que tienen que hacer exactamente, según su función de grupo. A partir de ahí, pueden repartirse las tareas. Si surge alguna duda, ustedes están ahí para aclararla (es importante que aprendas bien tu papel). Cuando todas las tareas estén repartidas, cada uno escribe en una tarjeta el elemento o la función que la representa y la lleva encima de forma que resulte visible. Entonces, como cada empleado se encuentra ya en su puesto, la empresa puede ponerse en marcha.

El acto puede desarrollarse de esta forma:

Cada participante escenifica mediante gestos el papel que le ha correspondido, identificándose con la función o el elemento que representa. Así, el agua lleva a las sales minerales sobre los hombros y el sol los coge a ambos de la mano para llevárselos al productor: se trata del ascenso de la savia mediante la energía del sol. A continuación, éste va a iluminar al productor (planta), mientras que el aire le sopla por encima para aportarle gas carbónico: se trata de la representación mímica de la fotosíntesis. El o los herbívoros llegan después para pastar esa hierba tierna, antes de ser comidos a su vez por los carnívoros. Si hay dos o más herbívoros, uno de ellos puede escapar de los predadores y morir de muerte natural, dando así trabajo a los agentes de transformación. Lo mismo para los productores, preferentemente un árbol.

En todos los casos, ni los herbívoros ni los carnívoros deben olvidar devolver los restos de sus ingestiones, de los que se encargarán los agentes de transformación. Una tarea ingrata la de estos, desde luego, pero indispensable. Dichos agentes, por lo tanto, tienen trabajo en cualquier lugar donde haya productores, sean herbívoros o carnívoros. Por último, el agua interviene junto a estos transformadores en calidad de transportista, de agente de circulación. Se encarga del producto de su transformación –las sales minerales procedentes de las materias orgánicas y las defecaciones- y lo lleva a los productores, cerrando así el gran ciclo de las energías o materias. Si son muchos, pueden añadir parásitos vegetales o animales (gusanos por ejemplo) para completar la gama. Esta fórmula no requiere ningún material.

El acto puede ser narrado por un locutor y se va desarrollando a medida que avanza la narración, el desarrollo puede realizarse mediante una representación teatral con un guión que pueden crear los mismos estudiantes, mediante mímica o mediante danza, esto ya depende del concepto del docente y de los estudiantes.

Si el acto es realizado por pequeños.....

La mímica deja un lugar mayor a la imaginación y elimina el carácter riguroso del acto. No obstante, también se puede hacer una representación teatral, cuyos papeles serán repartidos por ustedes mismos. Si hay menos de 13, se puede simplificar el acto.

Si el acto es realizado por mayores.....

La representación les aporta una traducción más exacta de lo que sucede en la naturaleza. Es importante explicarles bien el ciclo de las energías antes de empezar el juego, con ayuda de esquemas sencillos pero convincentes. Estos le ayudaran mucho a escenificar el proceso. De igual manera es importante explicarles como el agua con sus propiedades físicas, químicas y biológicas participa en este ciclo. Consulten obras de ecología que ofrezcan esquemas, así como ilustraciones sobre los organismos en descomposición.

1.6 ESTANDARES BASICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES.*

PRIMER MODULO: CONOZCAMOS EL AGUA				
Estándares básicos de competencias en ciencias naturales				
Explico la diversidad biológica como consecuencia de cambios ambientales, genéticos y de relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas.	Relaciono la estructura de las moléculas orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico.	Explico las fuerzas entre objetos como interacciones debidas a la carga eléctrica y a la masa.	Utilizo modelos biológicos, físicos y químicos para explicar la transformación y conservación de la energía.	Identifico aplicaciones de diferentes modelos biológicos, químicos y físicos en procesos industriales y en el desarrollo tecnológico; analizo críticamente las implicaciones de sus usos.
Entorno vivo	Entorno físico	Entorno físico	Ciencia, Tecnología y Sociedad	Otros logros
Procesos biológicos	Procesos químicos	Procesos físicos		
Explico las relaciones entre materia y energía que suceden dentro de los cuerpos de agua.	Explico la estructura atómica de la molécula de agua.	Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos de agua en reposo o movimiento.	Analicó el potencial de los recursos naturales en la obtención de energía para diferentes usos.	Analicó la importancia que tiene el agua en los procesos industriales desde sus características físicas y químicas.
Argumento la importancia de la fotosíntesis y las plantas para los ecosistemas acuáticos	Explico la estructura de los átomos que componen la molécula de agua.	Explico comportamiento de fluidos en movimiento y en reposo.	Explico cambios químicos que ocurren en el agua en la cocina, la industria y el ambiente.	Conozco la distribución que tienen las fuentes de agua en mi entorno más cercano.
Busco ejemplos de principios termodinámicos en algunos ecosistemas acuáticos.	Explico los cambios químicos en el agua desde diferentes modelos.		Explico los procesos de transformación y conservación de la energía en el Ciclo del agua	
Identifico y explico el agua como un fluido vital en todos los seres vivos.	Explico la relación entre la estructura de la molécula de agua y los enlaces que realiza.		Demuestro el modelo del ciclo del agua con una experiencia práctica sencilla.	
Relaciono el ciclo del agua con la energía de los ecosistemas.	Verifico el efecto de presión y temperatura en las propiedades químicas del agua.		Explico el ciclo de las energías en el ecosistema, la nutrición de las plantas, la fotosíntesis, las cadenas alimenticias, la mineralización de las materias orgánicas, el agua como agente de circulación. Organización del trabajo, funcionamiento social, espíritu de equipo.	
Explico y comparo algunas adaptaciones de seres	Uso la tabla periódica para determinar propiedades			

* Matriz elaborada con base en la matriz del PRAE del Colegio Liborio Mejía, Municipio del Tambo. Con la Asesoría de la docente Luz Marina Erazo, profesora de la misma institución educativa.

vivos en ecosistemas acuáticos del mundo y Colombia.	físicas y químicas de los elementos hidrógeno y oxígeno.		
	Relaciono la estructura de la molécula de agua con la formación de otras moléculas orgánicas más complejas.		
	Relaciono grupos funcionales con las propiedades físicas y químicas del agua.		
COMPETENCIA			
Estudiantes que argumentan y comparten la importancia que tiene el Recurso Agua ante su sociedad a partir del conocimiento de la distribución de esta en el Planeta Tierra, su movimiento en la naturaleza mediante el ciclo hidrológico, sus propiedades físicas, químicas, biológicas y ecológicas, además de la importancia que esta tiene para los bosques y viceversa.			

2. SEGUNDO MODULO: ¿ES VERDAD QUE EL AGUA SE AGOTA? CONOCIENDO LA PROBLEMÁTICA DEL AGUA



Fotografía: Río Bogotá, Colombia. www.car.gov.co/paginas.aspx?cat_id=104&pub_id=906

OBJETIVO GENERAL: Conocer y describir los problemas relacionados con el agua en tu región.

2.1 CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Objetivo: Conocer las causas y consecuencias de la contaminación del recurso hídrico generados por los modelos de desarrollo.

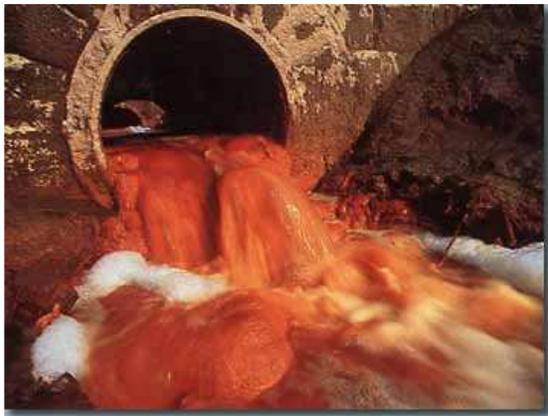
2.1.1 Concepto

A pesar de que el agua ha servido al hombre durante toda su existencia en el planeta tierra, el incontrolable crecimiento de su población, el establecimiento de grandes urbes y muchas otras actividades han ocasionado múltiples alteraciones en la composición de los ecosistemas acuáticos de los cuales se han servido, afectando no solo la salud humana, sino también creando desequilibrios naturales muy graves.

La contaminación se entiende como la acción y efecto de introducir materiales o sustancias y/o provocar condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad física, química o biológica en relación con sus usos posteriores, sus servicios ambientales o el rompimiento de su ciclo biológico natural.

Al igual que el concepto de calidad de agua, el concepto de contaminación de agua también es relativo al uso que se le vaya a dar a la misma.

2.1.2 Principales sustancias contaminantes



La expansión urbana en América Latina más que un indicador de desarrollo es un indicador de desastre y pobreza, puesto que muchas ciudades en Latinoamérica aumentan hacia sectores marginales en los cuales no se hace tratamiento alguno de aguas residuales y el gran perjudicado como siempre es el medio ambiente.

Fuente fotográfica: web.educastur.princast.es/proyectos/grupotecn...

El origen de la contaminación puede ser de varios tipos entre los que se encuentran:

Materia orgánica biodegradable: Es el conjunto de desechos orgánicos producido por los seres humanos y otros animales. Aquí se encuentran las heces fecales y los residuos orgánicos de origen doméstico, entre muchos otros. Este material es descompuesto por las bacterias aeróbicas del agua en un cierto periodo de tiempo, mediante un proceso que requiere consumo de oxígeno, razón por la cual muchos contaminantes agotan la cantidad del mismo existente en los ecosistemas acuáticos, ocasionando la muerte de la biota presente en éstos. En Colombia este tipo de contaminación es altamente significativo ya que se puede observar como las aguas contaminadas viajan por los caños y alcantarillados para ser descargados en ríos y quebradas sin ningún tratamiento.

Microorganismos patógenos o agentes infecciosos: El agua puede convertirse en vehículo de múltiples microorganismos que pueden afectar la salud humana y animal seriamente, ya que en ella se pueden transportar patógenos como bacterias, virus, protozoos y demás organismos responsables de enfermedades muchas veces epidémicas tales como el tifus, la cólera, la gastroenteritis, la hepatitis entre muchas otras. Además, también es cuna para el desarrollo de vectores como insectos y moluscos que transmiten enfermedades tales como la malaria, el dengue, la ceguera del río o la elefantiasis. Miles de personas mueren al año por enfermedades transmitidas por patógenos en el agua, principalmente en países de África, Asia y Suramérica donde las condiciones de salubridad no son las adecuadas o no existen. El origen principal de estos patógenos son las aguas de origen doméstico que son vertidas a las fuentes de agua sin un tratamiento previo.

Sustancias químicas: comprende los compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos en el agua. Este tipo de sustancias en la mayoría de los casos no es biodegradable y ya sea en cantidades altas o bajas pueden resultar perjudiciales para la salud de los seres vivos debido a su efecto acumulativo. La degradación de estos compuestos consume una gran cantidad de oxígeno disuelto afectando la vida acuática. Algunos de ellos provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o son producto de los procesos que ocurren sobre el suelo. Entre los contaminantes se encuentran: cloruros, sulfatos, nitratos, carbonatos, azufre, nitrógeno, amoníaco, cloro, ácido sulfhídrico, metales pesados como el mercurio y el plomo, óxidos de diversos productos químicos industriales de origen natural como aceites, grasas, breas y tinturas, y diversos productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc.

Sedimentos y materiales suspendidos: Estos se originan generalmente en las cuencas deforestadas con la consecuente erosión del suelo o por vertimientos domésticos o industriales. Estos materiales suspendidos ocasionan la turbidez en el agua, que impide el desarrollo normal de muchas especies acuáticas animales y vegetales. Gran parte de este material se sedimenta en sitios claves para la reproducción y alimentación de especies icticas, se ocasiona el relleno de lagos y embalses, afectando la generación de

hidroelectricidad y obstruyen canales, aumentando costos en el tratamiento de acueductos entre otros aspectos.



Existen casos como éste, donde el aporte de sedimentos por parte del suelo es tan alto, que no solo impide el desarrollo normal de las especies acuáticas, animales y vegetales, sino que obstaculiza por completo el paso del agua.

Fotografía: *Río sucio, Departamento del Cauca. Adriana Marcela Peña, 2006*

Contaminación térmica: generalmente proviene de industrias que necesitan enfriamiento de su maquinaria con altos volúmenes de agua, al resultar agua caliente de este proceso se eleva la temperatura de los ríos, lagos o embalses provocando el escape del oxígeno del agua y acelerando el consumo de este por la descomposición de materia orgánica; también, algunas sustancias químicas tóxicas incrementan su toxicidad con el calor.

Contaminación radioactiva: la actividad nuclear que se ha desarrollado en los dos últimos siglos, la medicina y la bioquímica, son las principales fuentes de contaminación por isótopos radioactivos, los cuales se incorporan en las cadenas tróficas magnificándose cada vez más y ocasionando serios problemas genéticos y somáticos en los seres vivos.

2.2 CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

La contaminación del agua se origina mediante dos procesos esencialmente. En primera instancia, a los ecosistemas acuáticos pueden llegar sustancias extrañas y/o nocivas provenientes de procesos naturales como por ejemplo la erosión, la escorrentía superficial y la actividad volcánica entre otras.

En segundo instancia, la contaminación se origina en las actividades humanas. En su afán expansivo y consumista, el hombre ha traspasado todos los límites de resistencia del planeta Tierra y ha ocasionado múltiples desordenes naturales; entre las muchas actividades que el ser humano desarrolla para tal fin se encuentran: las aguas de riego y lavado publico, las aguas residuales domésticas y las aguas procedentes de la industria agraria o agricultura.

Desde el siglo XIX cuando empezó el proceso de industrialización se sumó a estas actividades las aguas provenientes de la industria aumentando, no solamente el volumen de los efluentes sino que también una mayor variedad de sustancias contaminantes, con un mayor impacto catastrófico sobre los ecosistemas acuáticos. La gran mayoría de estos vertimientos no tienen tratamiento alguno. Adicionalmente, la contaminación del aire ha hecho que el agua que se evapora y se precipita en el ciclo hidrológico, arrastre con ella materiales que terminan en las fuentes hídricas, aumentando así su nivel de contaminación. En la mayoría de los casos las fuentes de agua han visto saturada su capacidad de autodepuración o autopurificación ocasionando efectos tan graves, tal como se indica a continuación.



La ambición humana por el poder y por el consumo son la causas principales de todos los problemas ambientales que existen actualmente y de continuar así el futuro de nuestra madre Tierra estará perdido.

Fuente Fotográfica: Contaminación ambiental en Santafé de Bogotá, Colombia
www.drgdiaz.com/.../contaminacionbogota6.jpg

2.3 EFECTOS

2.3.1 Aspectos químicos y bioquímicos

En la naturaleza existe el proceso de biodegradación mediante el cual compuestos o sustancias por medio de la acción de microorganismos se descomponen en sus moléculas y elementos más simples para reintegrarse de nuevo a su ciclo natural. Sin embargo, en el caso del agua muchas de las sustancias que son agregadas a estas son de una estructura molecular muy compleja lo cual impide que microorganismos como las bacterias puedan romper sus enlaces para convertirlos en moléculas más simples y retornarlas al ciclo, así pues, muchas sustancias no son biodegradables o por lo menos no lo son en largo plazo convirtiéndose de esta forma en contaminantes.

Muchas de las sustancias se acumulan por largos periodos de tiempo en el agua convirtiéndose en tóxica o acumulándose en tejidos de plantas y animales acuáticos. La principal consecuencia que trae la acumulación de sustancias en el agua es que muchas de ellas pueden reaccionar con el oxígeno ocasionando la disminución de este, dando origen a gases que pueden ser tóxicos para la vida acuática como el amoníaco (NH_4^+), metano (CH_4), y el ácido sulfhídrico o sulfuro de hidrogeno (H_2S).



El vertimiento indiscriminado de aguas residuales sin tratamiento proveniente de industrias, cultivos agrícolas y cascos urbanos a lagos y ríos ha colmatado su capacidad de autodepuración convirtiéndolos en cuerpos inertes.

Fuente Fotográfica: http://unionusuarios.org/article.php3?id_article=82

Los ríos y lagos son los ecosistemas más expuestos a la contaminación, siendo los lagos aún más vulnerables pues sus aguas circulan más lentamente, además de estar retenidas por mayor tiempo. Para estos últimos existe un problema muy grave al cual se le llama

eutrofización, que se produce cuando la descomposición continua de materia orgánica en el agua o el enriquecimiento artificial con nutrientes como nitratos y fosfatos inducen a un crecimiento exagerado de plantas y algas causando oscilaciones en los niveles de oxígeno en sus ciclos diurnos y nocturnos. Por lo general el origen de estos nutrientes son los fertilizantes químicos arrastrados por el agua de los campos de cultivos agrícolas. Las características estéticas de un lago pueden verse afectadas debido a problemas como el mal sabor y olor del agua, el color verde que esta adquiere por la acumulación de algas, la disminución de oxígeno en los estratos más profundos y la acumulación de sedimentos y materia orgánica en el fondo de los lagos o embalses colmatándolos y acelerando su desaparición.

2.3.2 Aspectos biológicos

Dentro de un ecosistema cada individuo tiene una función específica y esta adaptado a vivir en el mismo bajo ciertas condiciones. Cuando estas condiciones se ven afectadas ya sea por efectos índole antrópico o natural los individuos existentes tienen dos caminos o adaptarse a las nuevas condiciones o morir. Al desaparecer una especie se afecta la red trófica a la cual esta pertenecía, ocasionando el aumento o declive de poblaciones de otras especies, ya sea por la mayor disponibilidad de alimento o por el aumento en el número de depredadores. Producto de esto es un cambio en la estructura de la comunidad que existía en un principio.



La baja concentración de oxígeno en el agua sumado a la presencia de sustancias contaminantes, son la principal causa de muertes masivas de organismos acuáticos, tal como lo vemos en esta imagen, donde miles de peces han muerto debido a la contaminación en un lago y son inapropiados para el consumo animal y humano alterándose la red trófica del ecosistema.

Fuente Fotográfica: *Mortandad de peces en el embalse de Betania, Departamento del Huila.*
aguaverde.acuicultura.googlepages.com/noticias

Las nuevas condiciones fisicoquímicas generadas por efecto de la contaminación en aguas, puede ocasionar la proliferación de cierto tipo de especies y el descenso de otras, por ejemplo en condiciones de baja concentración de oxígeno es común encontrar alta actividad bacteriana, crecimiento de protozoos, hongos y larvas de insectos como zancudos y moscas; en alta concentración de oxígeno es común encontrar mayor cantidad de formas vivientes como algas verdes, macroinvertebrados o peces.

2.4 SALUD HUMANA Y CALIDAD DEL AGUA

Objetivo: Establecer la relación existente entre calidad del agua y sus efectos en la salud humana.



En Colombia los sectores marginales de las grandes urbes y muchos municipios, corregimientos y veredas de los cuales el gobierno se olvido que existían, no tienen acceso a agua potable, lo cual ocasiona que sus habitantes, especialmente los niños, contraigan enfermedades estomacales y de tipo cutáneo.

Fuente gráfica: www.col.ops-oms.org/.../images/saneamiento.jpg

El ser humano es 70% agua y por tal razón depende de ella y de las fuentes que la surten para sobrevivir. No obstante la gran cantidad de agua sobre el planeta Tierra, las fuentes para consumo humanos son limitadas y además muchas de ellas se encuentran contaminadas, afectando las comunidades y poniendo en riesgo incluso la supervivencia de la especie humana.

Adicional a la carencia de agua potable bajo la que se encuentran millones de personas en el mundo, encontramos pobres o deficientes condiciones de saneamiento, lo que ha permitido el incremento de múltiples enfermedades principalmente de carácter diarreico y gastrointestinal que son transmitidas al hombre a través del agua. Se calcula que

anualmente mueren en el mundo entre 5 a 10 millones de personas por la falta de condiciones de sanidad y la escasez de agua en el planeta tierra.

Considerando que las enfermedades relacionadas con el recurso agua son multivariadas desde su naturaleza hasta su tratamiento, se han clasificado en cuatro grandes grupos: enfermedades transmitidas por el agua, enfermedades con base en el agua, enfermedades de origen vectorial relacionadas con el agua y enfermedades relacionadas con la escasez de agua.

2.4.1 Enfermedades transmitidas por el agua

Son aquellas enfermedades causadas por el agua contaminada por desechos humanos, animales o químicos. Se presentan principalmente en lugares donde los desechos humanos se evacuan en letrinas abiertas, canales y corrientes de agua, o se esparcen en cultivos agrícolas como abono, sin un tratamiento previo.



Es ese el futuro que quieres para ti y para tus hijos: un lugar contaminado, desolado y sin esperanza alguna, donde la única gota de agua que veas y sientas sean las de sus lágrimas. Amigo mío, piensa, aún estamos a tiempo de evitar tal catástrofe. Actúa ya!!!

Fuente fotográfica: www.dw-world.de/.../0,,2221227_ind_1,00.html

Las enfermedades transmitidas por el agua incluyen entre otras el cólera, la fiebre tifoidea, la disentería amibiana, la disentería bacilar o shigella, la poliomielitis, la meningitis, la hepatitis A y E, gastritis, gastroenteritis y la diarrea. Entre las enfermedades causadas por

agentes químicos se encuentran la metahemoglobinemia infantil y la fluorosis endémica crónica.

2.4.2 Enfermedades con base en el agua

Son aquellas enfermedades causadas por organismos acuáticos que dentro su ciclo vital pasan una parte de su tiempo en el agua y otra parte como parásitos de animales, generalmente ciertas especies de caracoles, que liberan formas microscópicas móviles que ingresan por la piel del huésped hasta desarrollarse en gusanos.

Estas enfermedades incluyen el gusano de Guinea, la paragonimiasis, la clonorquiasis y la esquistosomiasis. Las causantes de estas enfermedades son una variedad de gusanos trematodos, tenias, lombrices intestinales y nematodos del tejido, denominados colectivamente helmintos que infectan al hombre. Aunque estas enfermedades normalmente no son mortales, impiden a las personas llevar una vida normal y merman su capacidad para trabajar.

2.4.3 Enfermedades de origen vectorial relacionadas con el agua

Son aquellas enfermedades transmitidas por vectores, como los mosquitos y las moscas tse-tse, que se crían y viven cerca de fuentes de agua.

Millones de personas padecen infecciones transmitidas por estos vectores que infectan al hombre con enfermedades como la malaria, fiebre amarilla, dengues, enfermedad del sueño y filariasis. La malaria o paludismo, es la enfermedad más extendida, es endémica en 100 países en vías desarrollo, arriesgando la vida de unos 2.000 millones de personas. Sólo en África Subsahariana, se estima que el coste anual de la malaria es de 1.700 millones de dólares americanos en tratamientos y pérdidas de productividad.

La incidencia de estas enfermedades parece estar aumentando. Hay muchas razones para ello: los parásitos están desarrollando resistencia a los medicamentos que ayudan a combatir la malaria; los mosquitos vectores están desarrollando resistencia a los insecticidas; los cambios medioambientales están creando nuevos lugares de cría; por otra parte la migración, los cambios de comportamiento de la población, el cambio climático y la creación de nuevos hábitat provocan que menos gente desarrolle una inmunidad natural a estas enfermedades.

2.4.4 Enfermedades vinculadas a la escasez de agua



La escasez de agua en algunos países de África es tan alta que la gente se ve obligada a beber agua directamente de sus fuentes sin ningún tipo de tratamiento, con lo cual se exponen a contraer todo tipo de enfermedades.

Fuente Fotográfica: www.elmundo.es/.../03/medicina/1141402228.html

Estas enfermedades que también podemos llamar enfermedades vinculadas a la falta de higiene, que incluyen el tracoma y la tuberculosis, se propagan en condiciones de escasez de agua dulce y sanidad deficiente.

Para abastecer a los 5.000 millones más de habitantes que se estima vivirán en el planeta en el año 2050, hace falta ofrecer sistemas de alcantarillado para los 383.000 nuevos consumidores diarios.

Estas enfermedades avanzan sin parar a través del mundo. Pero pueden controlarse “fácilmente” con una mejor higiene, para lo cual es imprescindible disponer de suministros adecuados de agua potable y un cambio de conciencia de la comunidad en general hacia la implementación de buenas prácticas de manejo de alimentos o BPM.

2.5 HECHOS Y CIFRAS: SALUD HUMANA Y AGUA EN COLOMBIA

Objetivo: Los estudiantes conocerán cifras sobre agua potable, saneamiento básico y mortalidad infantil relacionada con estos factores.

En Colombia, 12,9 Millones de personas, cerca del 25 % de la población, no tiene acceso al agua potable, según lo indica la Defensoría del Pueblo¹². Además, según la misma entidad, el 30% de la población está expuesta a enfermedades como consecuencia de la mala calidad del agua, algunas de ellas: diarrea, cólera, fiebre tifoidea, disentería, poliomielitis, hepatitis y salmonelosis. Es de esperar que la vulnerabilidad de los pobres a tales enfermedades se incremente debido a los afanes privatizadores contenidos en el proyecto de ley del agua. La falta de acceso al agua y las altas tarifas son una de las causas del empobrecimiento creciente de la población colombiana, y uno de los factores que impiden a los pobres superar esta inhumana situación¹³.

Estas son las cifras existentes en Colombia respecto a la mortalidad de menores y las coberturas de agua potable y saneamiento básico¹⁴.

La mortalidad en menores de 5 años es de 37 muertes por cada 1000 niños nacidos vivos, y la mortalidad en menores de 1 año es de 31 muertes por cada 1000 niños nacidos vivos. De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud, en América Latina el 7% de las muertes de niños menores de 5 años son causadas por enfermedades asociadas con el agua, mientras que para Colombia dicho indicador se ubica en 9%.

En términos de coberturas, en el contexto internacional Colombia se encuentra por debajo del promedio mundial (51) con una tasa de 24 para el 2000, similar a la de países como México, Ecuador, Paraguay y Tailandia, aunque muy superior a la observada en países desarrollados cuya tasa oscila entre 3 (Suiza y Suecia) y 7 (Estados Unidos), e incluso por encima de la de Chile (10), Uruguay (15), Argentina (18) y Venezuela (20) para el mismo año. No obstante lo anterior, algo que resulta menos aliviador es que, aunque Colombia en el período 1990-2000 redujo su tasa de mortalidad infantil en 7 niños, esta disminución es levemente inferior a la de países con similares niveles iniciales de mortalidad y dos veces inferior a lo observado a nivel mundial (-14).

¹² JOVENES SE levantaron contra la Privatización del Agua, contra la Pobreza y la Desigualdad. Colombia sin Pobreza. 2006

¹³ Ibid.

¹⁴ Tomado de SILVA, Julio. ANDIA, Tatiana. No más niños muertos por falta de agua: transformación institucional y coberturas de 100%. Departamento Nacional de Planeación. Santafé de Bogotá: Febrero 28 de 2006

En este caso Colombia presenta una tasa de mortalidad de menores de 5 años de 28, la cual es inferior a la de todos los países de América Latina con excepción de Chile, cuya tasa es 12, Uruguay con 17, Argentina con 20 y Venezuela que presenta una tasa de 23. Si bien durante el período 1990 – 2000 la reducción de la mortalidad de menores de 5 años en el país (13 muertes menos) fue más alta que la disminución de la mortalidad de menores de 1 año (7 muertes menos) y similar a la de los demás países de América Latina, este descenso también se encuentra muy por debajo al promedio observado a nivel mundial (-21).

Con relación al nivel de acceso a los servicios de agua potable y saneamiento básico, Colombia presentaba para el 2000 unas coberturas superiores al promedio mundial. Sin embargo, mientras el país incrementó las coberturas de acueducto en 6,4% y saneamiento básico en 8,8% entre 1993 y 2003, según el Banco Mundial otros países de la región incrementaron el acceso promedio a agua mejorada y a saneamiento básico en 10% y 20%, respectivamente.

Adicionalmente, al analizar las tasa de mortalidad en detalle por causa se encontró que para el 2000 las enfermedades infecciosas intestinales, entre las que está la Enfermedad Diarreica Aguda, ocasionaron el 5% de las muertes de menores de 1 año y el 8,3% de las muertes entre 1 y 5 años en Colombia.

Esta situación varía también cuando se analiza por departamento. Por ejemplo, en La Guajira las enfermedades infecciosas intestinales ocasionaron el 13,7% de las muertes de menores de 1 año y 9 el 19,6% de las muertes entre 1 y 5 años en el 2000, mientras en Bogotá se les adjudica el 3% y el 2,6% respectivamente, para el mismo año.

Sobre el particular, es necesario aclarar que, aunque aún elevada, la participación de las enfermedades infecciosas intestinales dentro del total de las muertes de niños menores de 1 año y de niños de 1 a 5 años disminuyeron en 35% y 39% respectivamente, entre 1998 y 2002. Dicha reducción se explicaría parcialmente por el aumento de las coberturas promedio de acueducto y alcantarillado descrito en la primera sección del documento.

2.6 HECHOS Y CIFRAS: SALUD HUMANA Y AGUA EN EL MUNDO

Objetivo: Los estudiantes conocerán algunas cifras relacionadas con enfermedades en varios países del mundo.

Respecto a la diarrea

- ✚ Cada día mueren en el mundo unas 9.000 personas a causa de la diarrea, sobre todo niños menores de cinco años.
- ✚ En 2001 murieron 1,96 millones de personas por diarrea infecciosa; 1,3 millones eran niños menores de cinco años.

- ✚ La diarrea ha provocado la muerte de más niños en los últimos diez años que en todos los conflictos armados que han tenido lugar desde la Segunda Guerra Mundial.
- ✚ Entre 1.085.000 y 2.187.000 de las muertes producidas por diarrea pueden atribuirse al factor riesgo 'agua, sanidad e higiene'. El 90% de estas muertes corresponde a niños menores de cinco años.
- ✚ En China, India e Indonesia, mueren dos veces más personas de diarrea que del virus del sida.
- ✚ Con simples medidas de higiene como lavarse las manos después de ir al baño o antes de preparar la comida, se evitaría la mayor parte de estas muertes.

Respecto a la esquistosomiasis o bilharziasis

- ✚ De los 200 millones de personas en el mundo infectadas por el gusano que causa la esquistosomiasis, unos 20 millones son víctimas de graves consecuencias. Todavía se encuentra la enfermedad en 74 países.
- ✚ Los estudios muestran que la enfermedad ha disminuido un 77 por ciento en algunas zonas en las que se ha suministrado agua de mejor calidad y acceso a la sanidad.
- ✚ 88 millones de niños menores de quince años se infectan cada año con la esquistosomiasis.
- ✚ 80 por ciento de las transmisiones tienen lugar en África Subsahariana.

Respecto a la malaria o paludismo.

- ✚ Más de 1 millón de personas muere de malaria cada año
- ✚ Cerca del 90 por ciento de la tasa anual de muertes por malaria tienen lugar en África Subsahariana.
- ✚ La malaria causa por lo menos 300 millones de casos de enfermedad aguda cada año.
- ✚ La enfermedad le cuesta anualmente a África más de 12 millones de dólares americanos y retrasa el crecimiento económico de los países africanos un 1,3 por ciento al año.
- ✚ Dormir bajo mosquiteras sería una manera simple y eficaz de prevenir muchos casos de malaria, sobre todo en niños menores de cinco años.

Otras cifras

- ✚ Se estima que para asegurar nuestras necesidades básicas, una persona necesita entre 20 y 50 litros de agua, libre de contaminantes, al día.
- ✚ La cobertura de saneamiento en los países en vías de desarrollo (49%) es apenas la mitad de la de los países desarrollados (98%).
- ✚ En Bangladesh, se han instalado más de 4 millones de pozos entubados en los últimos veinte años con el fin de abastecer de agua potable al 95% de la población. Ello ha provocado el mayor número de casos de envenenamiento por arsénico de la historia.

2.7 ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HIDRICO EN COLOMBIA Y DESARROLLO DURANTE LOS ÚLTIMOS AÑOS EN EL PLANETA TIERRA

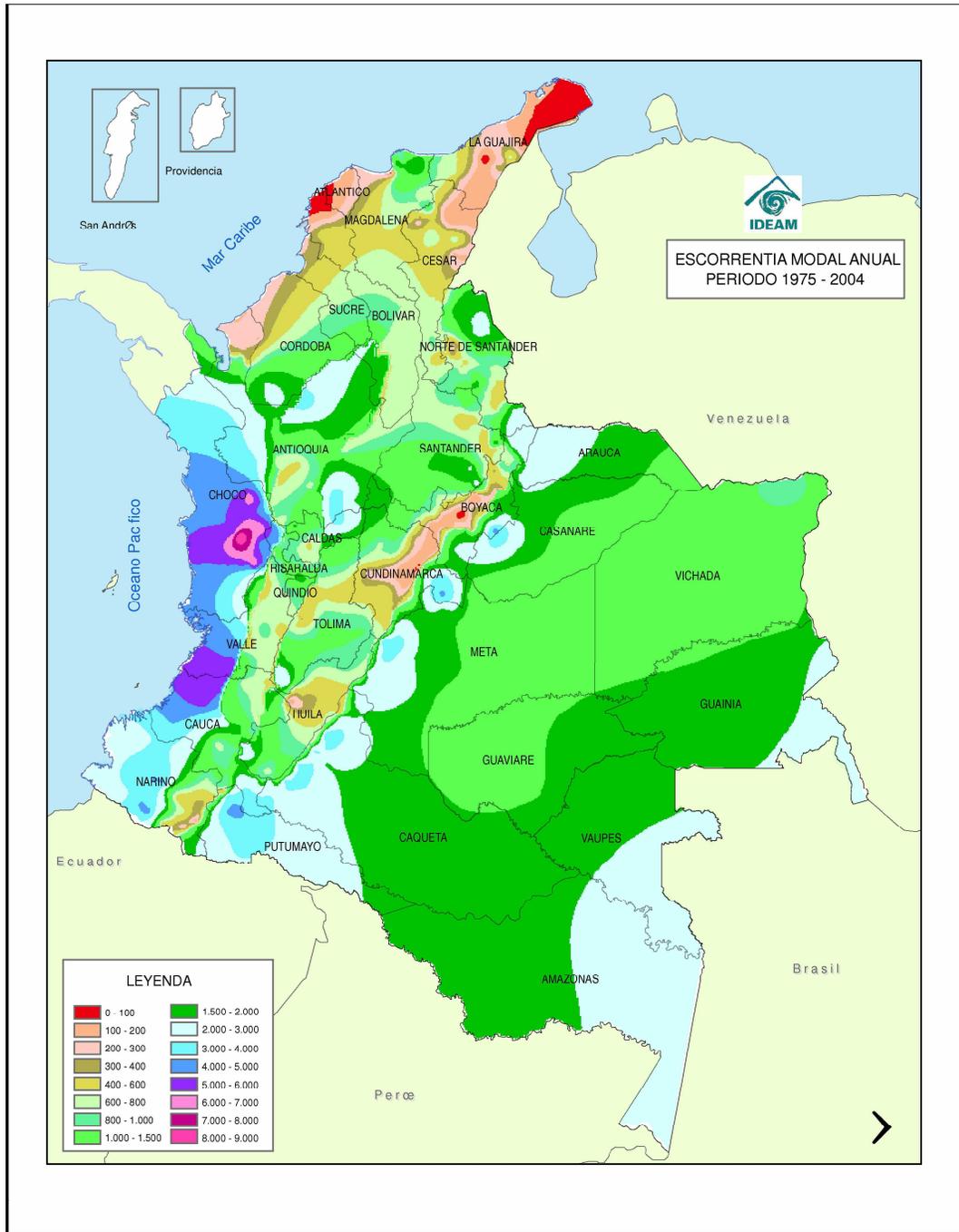
Objetivo: Conocer el estado actual del recurso hídrico en Colombia y la evolución del recurso hídrico durante los últimos años.

La oferta hídrica superficial alcanza 2.112 Km³ por año, cifra resultante después de descontar el volumen total evaporado, en la que un Km³ corresponde a 1 x 10 m³. Si esta cifra se distribuye en un año hidrológico medio, y se conecta la población, puede afirmarse que para cada persona en Colombia hay para repartir 53.000 m³ por año. Mientras en otros países un habitante no alcanza a tener 1.000 m³ por año. Es así como en Colombia aparece una cifra exorbitante que ha llevado al despilfarro de agua y a carecer de una disciplina en el manejo del recurso hídrico¹⁵.

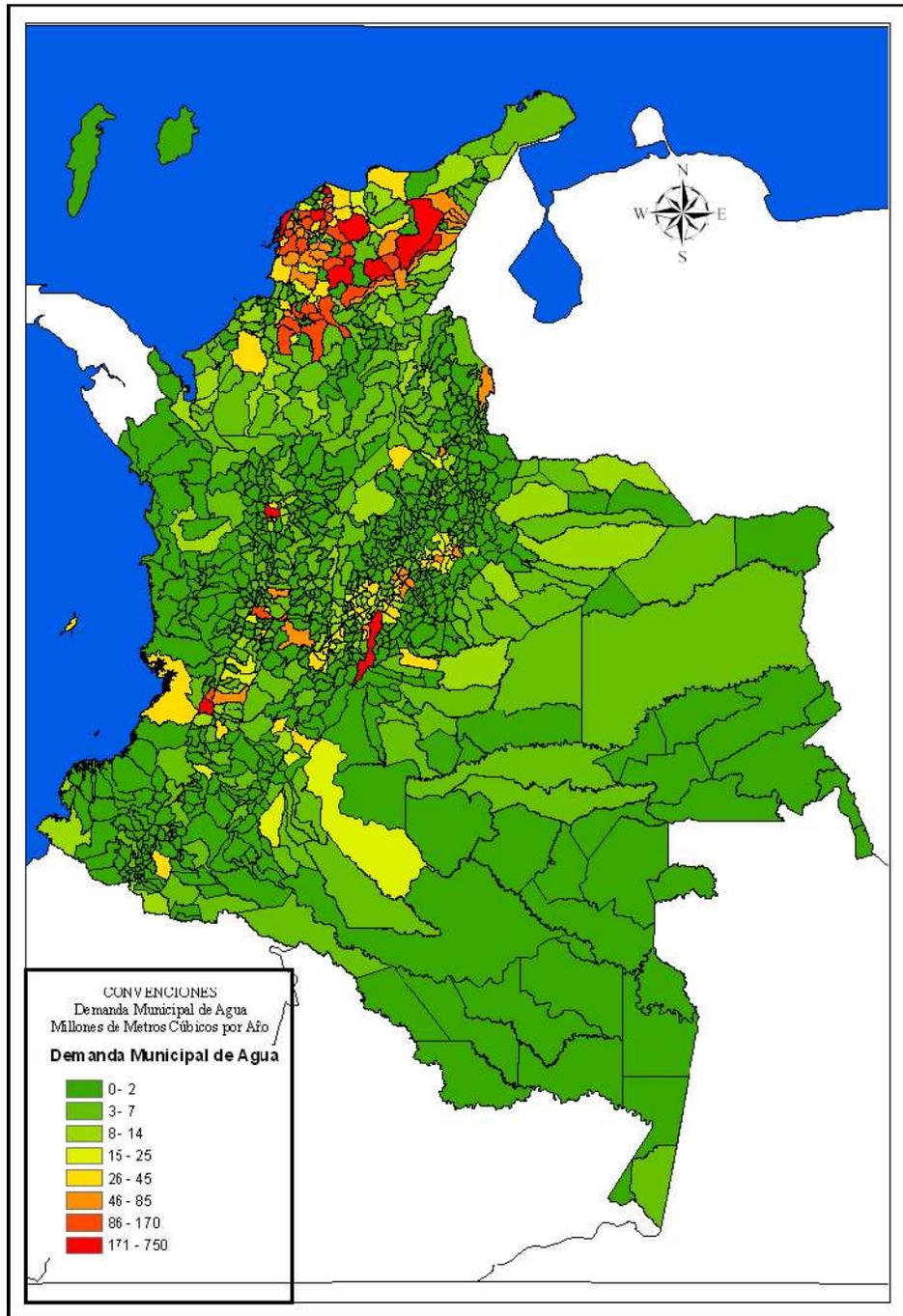
En el año de 1998 los Colombianos contaban con una disponibilidad de agua anual per cápita de casi 60.000 m³/habitante/año, esta cifra, para el año de 2003 disminuyó hasta el valor de 40.000 m³/habitante/año. Esta reducción se explica con el constante aumento de la población. La disponibilidad mencionada está aún lejos de considerarse crítica, sin embargo la intensidad con que se reduce sí es alarmante (1000 m³ por año). La disponibilidad per cápita alcanza su valor crítico en la magnitud de 1000 m³/habitante/año cifra que alcanzaríamos, de mantenerse la tendencia actual, en el lapso aproximado de unos 40 años. Este indicador aunque sencillo, nos permite ya hoy plantear la necesidad de estructurar una gestión integral del recurso hídrico a nivel nacional. Esta proyección es gruesa, pero muy desalentadora, indica que el periodo de tiempo en el que Colombia enfrentaría una crisis real de agua ya se encuentra en el intervalo de planificación del presente siglo.

Al analizar la situación actual es notable que, en promedio, cada colombiano dispone de una oferta anual de agua muy superior a la correspondiente a la mayoría de los habitantes del mundo. Según este indicador Colombia ocupa el lugar número 24 entre 203 países, pero si se estudia con detalle la distribución de la población y las actividades socioeconómicas en el territorio nacional encontramos que el dato promedio de disponibilidad per cápita del país no refleja las situaciones de alta presión sobre el recurso hídrico que se viven en distintos núcleos poblacionales de Colombia. Los mapas 1 y 2 nos muestran la distribución espacial del recurso hídrico y la demanda de agua en Colombia. En ellos se evidencia que los núcleos de mayor demanda de agua para las actividades socio-económicas se encuentran ubicados en regiones geográficas de no muy alta oferta hídrica natural. Es así como en el altiplano cundiboyacense, cuya oferta natural no supera los 600 mm de escorrentía superficial al año, presenta un alto nivel de demanda.

¹⁵ Texto de la oferta hídrica en Colombia tomado de MARIN, Rodrigo. Colombia: Potencia hídrica. Subdirección de hidrología, IDEAM. Julio 15 de 2003



Mapa 1. Oferta hídrica total anual en Colombia.
Fuente gráfica: DOMINGUEZ, Efraín. El estudio nacional del agua un compendio sobre el recurso hídrico en Colombia. Instituto de Hidrología, Metereología y Estudios Ambientales – IDEAM. Grupo de Investigación en Hidrología. Bogotá D.C.: 2005



Mapa 2. Distribución espacial de la demanda de agua de las actividades socio-económicas en el territorio Colombiano.

Fuente gráfica: DOMINGUEZ, Efraín. *El estudio nacional del agua un compendio sobre el recurso hídrico en Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Grupo de Investigación en Hidrología. Bogotá D.C.: 2005

En igual situación se perfilan los departamentos del Atlántico, Cesar y Bolívar, algunos sectores del valle del río Cauca y del departamento de norte de Santander. En general la demanda total de agua de los sectores socioeconómicos alcanza los 13.000 millones de metros cúbicos al año y está distribuida como se muestra en la figura 1.

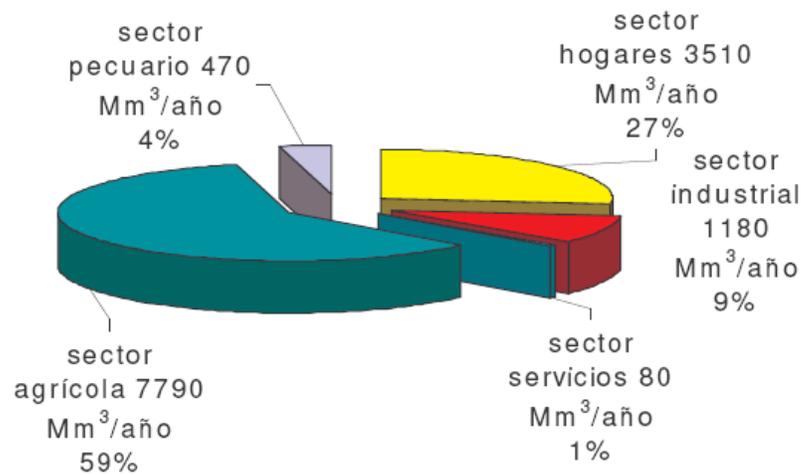


Figura 1. Estructura de la demanda de agua en Colombia. Fuente gráfica: DOMINGUEZ, Efraín. El estudio nacional del agua un compendio sobre el recurso hídrico en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Grupo de Investigación en Hidrología. Bogotá D.C.: 2005

En la estructura de consumo del país, el departamento del Magdalena es el que más agua consume (véase figura 2) seguido por el Atlántico, Bolívar, Cundinamarca, Cesar, Sucre y el Distrito Capital.

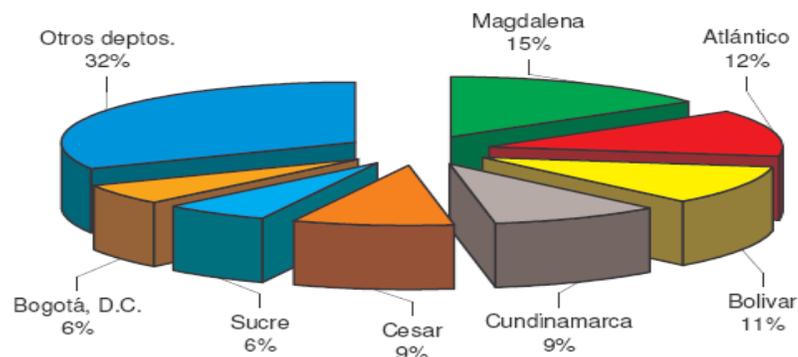
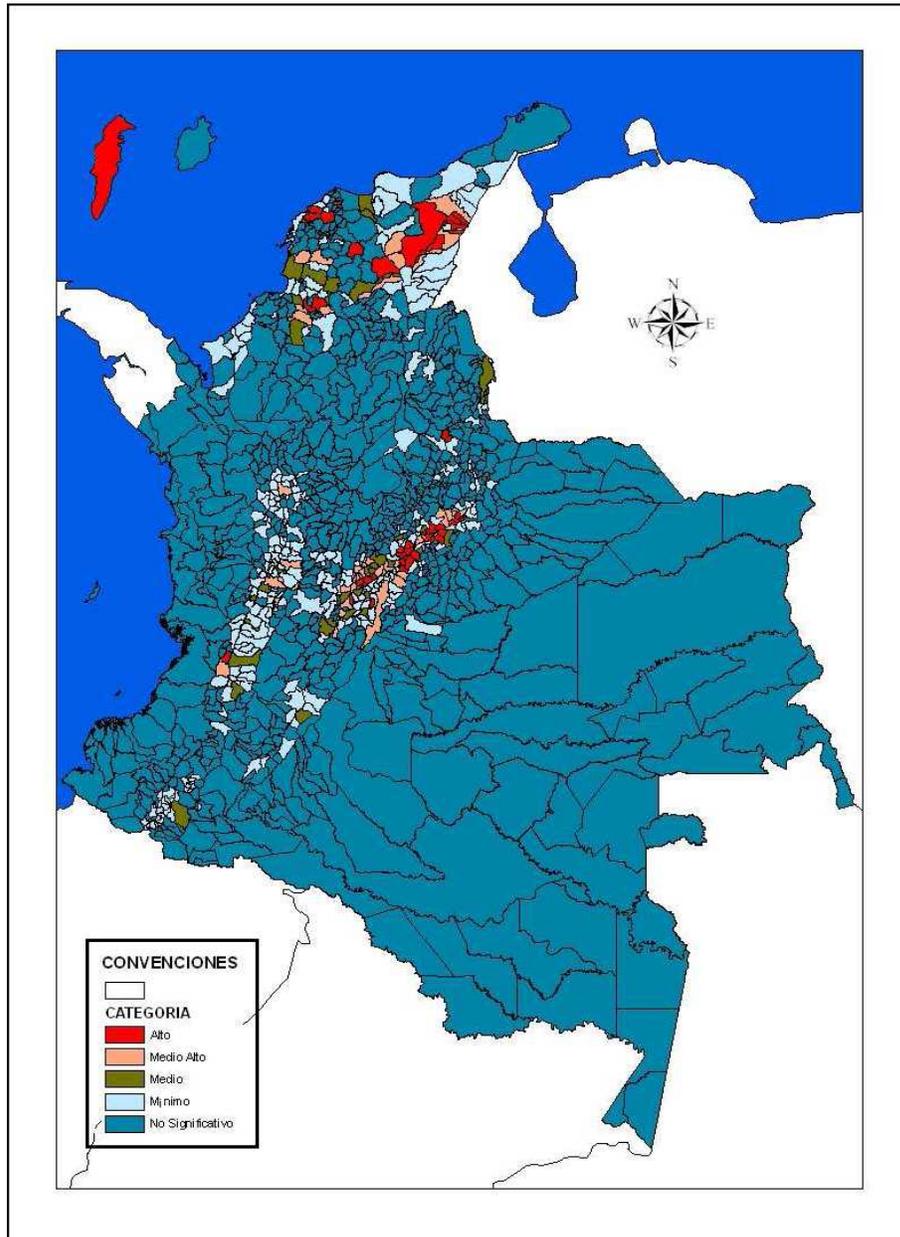
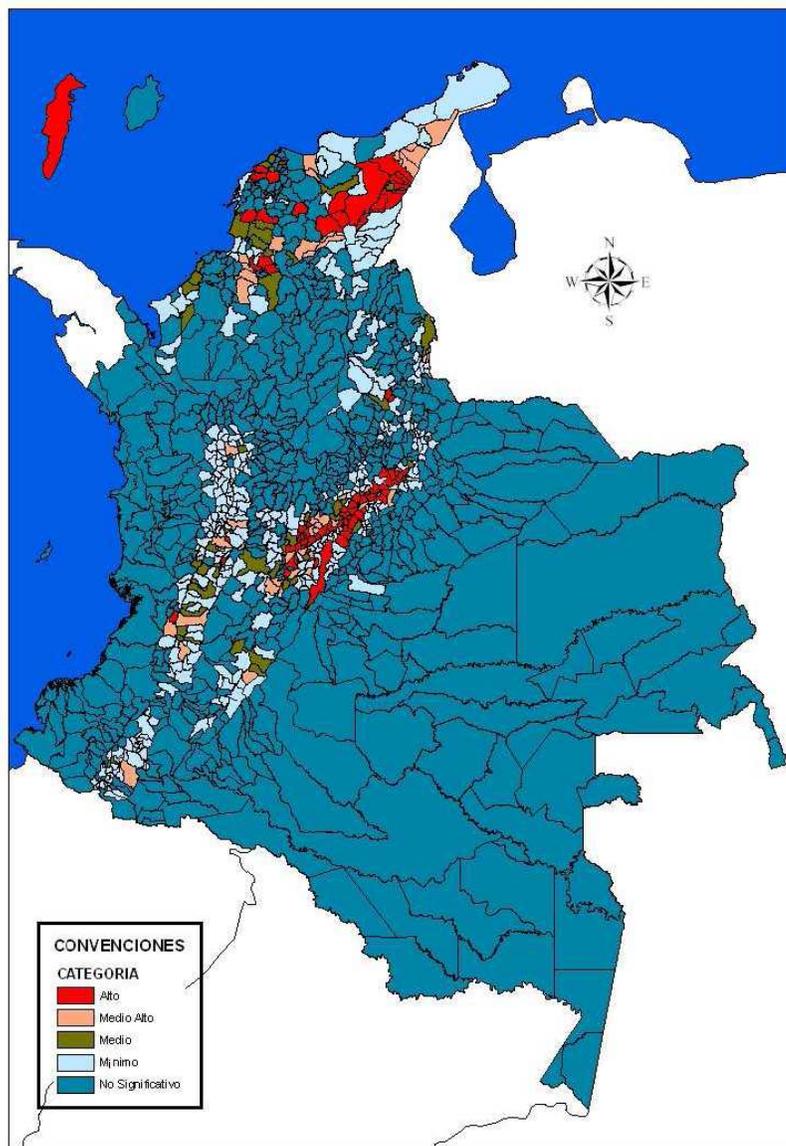


Figura 2. Estructura de la demanda de agua en Colombia por Departamentos. Fuente gráfica: DOMINGUEZ, Efraín. El estudio nacional del agua un compendio sobre el recurso hídrico en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Grupo de Investigación en Hidrología. Bogotá D.C.: 2005

Finalmente las relaciones oferta-demanda de agua para los escenarios de niveles de oferta hídrica más frecuentes (modales) y de año seco (de probabilidad de excedencia del 97,5%) son presentados en los mapas 3 y 4.



Mapa 3. Índice de Escasez de Agua para un año de humedad normal (modal).
Fuente gráfica: DOMINGUEZ, Efraín. El estudio nacional del agua un compendio sobre el recurso hídrico en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Grupo de Investigación en Hidrología. Bogotá D.C.: 2005



Mapa 4. Índice de Escasez de Agua para un año seco (con probabilidad de excedencia del 97,5%). Fuente gráfica: DOMINGUEZ, Efraín. El estudio nacional del agua un compendio sobre el recurso hídrico en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Grupo de Investigación en Hidrología. Bogotá D.C.: 2005

De acuerdo con los escenarios presentados en los mapas 3 y 4 en un año normal el 4% de la población Colombiana es afectado por índices de escasez altos, el 7% medio altos y el 30%

medios mientras que en un año seco la población afectada por un índice de escasez alto alcanzaría el 23% (véase figuras 4 y 5)¹⁶.

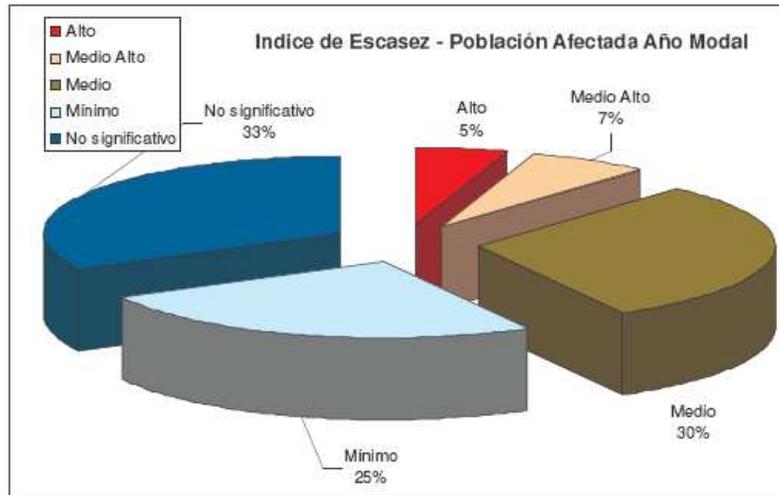


Figura 4. Distribución de la población según índice de escasez en un año normal. Fuente gráfica: DOMINGUEZ, Efraín. El estudio nacional del agua un compendio sobre el recurso hídrico en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Grupo de Investigación en Hidrología. Bogotá D.C.: 2005

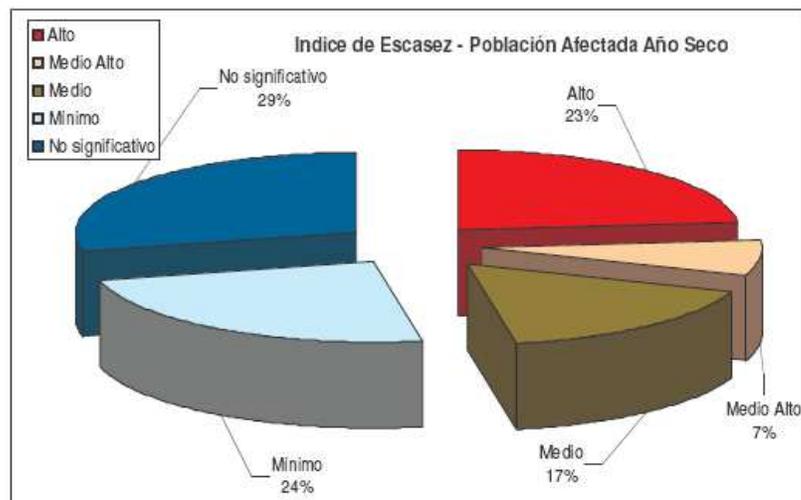


Figura 5. Distribución de la población según índice de escasez en un año seco. Fuente gráfica: DOMINGUEZ, Efraín. El estudio nacional del agua un compendio sobre el recurso hídrico en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Grupo de Investigación en Hidrología. Bogotá D.C.: 2005

¹⁶ Tomado de DOMINGUEZ, Efraín. El estudio nacional del agua un compendio sobre el recurso hídrico en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Grupo de Investigación en Hidrología. Bogotá D.C.: 2005

El país también tiene un alto potencial de aguas subterráneas, por lo menos 100 municipios se abastecen de esta fuente para suplir requerimientos ya que no cuentan con aguas superficiales o tienen diferencias de cota para la toma directa del río o el agua que los rodea esta altamente contaminada. Existen sistemas con abundante agua subterránea, pero aun no se ha establecido el potencial real de este recurso. El uso de acuíferos se esta extendiendo a varias regiones del país así como a grandes sectores de la sabana de Bogotá. Valle del Cauca y algunos sitios de la zona Caribe y la Orinoquía.

Comparando la información disponible, basado en la estimación global del volumen almacenado con la demanda total acumulada en 25 años, se han categorizado las zonas con buenas y regulares posibilidades de utilización de agua subterránea en condiciones de no recarga.

En general, si la oferta de agua superficial calculada es de 67.000 m³ por segundo, lo preocupante es que la mayoría de los municipios del país se abastecen de unas pequeñas fuentes que no llegan a tener 50 Litros por segundo. Esto quiere decir que la demanda requiere planificarse porque involucra la necesidad básica de la población especialmente aquella que no esta establecida suficientemente.¹⁷

La cantidad de agua potable disponible en el Planeta Tierra que como observamos al inicio del documento es menor al 1% de la cantidad total de agua en el planeta y está volviéndose cada día menor debido a las siguientes situaciones:

- ✚ El consumo de agua ha aumentado 10 veces desde el año 1900, en los 30 años siguientes se espera que la población aumente en un 45%, mientras que el despilfarro de agua potable se cree que aumentará en el 10%.
- ✚ El cambio climático hará crecer la escasez del agua en un 20%¹⁸.
- ✚ Degradación de los contenedores de agua; aguas potables, ríos, tierras húmedas y bahías; desigualdad en la distribución, conflictos entre fronteras y privatización.
- ✚ El uso global del agua está dividido así: agricultura 70%, industria 22%, y uso doméstico 8%¹⁹.

¹⁷ Texto de la oferta hídrica en Colombia tomado de MARIN, Rodrigo. Colombia: Potencia hídrica. Subdirección de hidrología, IDEAM. Julio 15 de 2003

¹⁸ BOWDEN, R. Suministro de agua: Nuestro impacto en el Planeta, Hodden Wayland. 2002

¹⁹ Ibid.

- ✚ Más de la mitad de los ríos del mundo están seriamente dañados y contaminados, y 25 millones de personas huyeron de sus casas en 1998 a causa de la contaminación y el desgaste de las cuencas de los ríos, en relación con los incalculables refugiados de las guerras²⁰.
- ✚ La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ha estimado que 100 turistas usan, en 55 días, la misma cantidad de agua que podría producir el arroz necesario para alimentar a 100 aldeas locales durante 15 años²¹.
- ✚ El Instituto Internacional de las Políticas sobre la Alimentación²², proyecta que para el año 2025, la escasez de agua causará anualmente pérdidas globales de 350 millones de toneladas cúbicas del potencial de producción ligera de alimentos, lo que significa que uno de los principales factores de la limitación de la alimentación para el futuro será el agua.
- ✚ En el mundo desarrollado se necesita una media de 15.000 litros de agua cada año para remover los desechos humanos de cada persona (35 kilos de excremento y 500 litros de orina)²³.
- ✚ La industria de agua embotellada saca provecho de la venta de este recurso común a expensas del ambiente. Bombeando agua, se pueden secar los manantiales, destruir las viviendas, devastar los ecosistemas y los canales de desagüe. Actualmente, el plástico es el sector que aumenta con más rapidez en los arroyos de desechos y asciende a más del 25% del volumen de los materiales enviados a los campos de basura cada año.

Complementario a estos registros, el Segundo Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, arrojó los siguientes hechos y cifras sobre el estado actual del agua en el planeta²⁴:

- ✚ En numerosas regiones del mundo, entre un 30 y 40% o más de agua se desperdicia debido a fugas en tuberías, canales y a la perforación ilegal.

²⁰ LATINO AMÉRICA Press, No 7, feb 28, 2000

²¹ ADDLEY, E., Consumo de agua de los turistas en el mundo. Guardian Unlimited. Mayo 12, 2001

²² IFPRI., Perspectiva global del agua hasta el 2025: Advirtiendo la crisis inminente.
<http://www.ifpri.org/pubs/fprwater2025.pdf>. 2005

²³ WATER, THE facts. New Internationalist Magazine, Marzo 2003. © Copyright 2003, New Internationalist Publications Ltd. All rights reserved.

²⁴ ONU. El agua una responsabilidad compartida, 2º informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. Programa mundial de evaluación de los recursos hídricos, UN-WATER/WWAP/2006/3

- ✚ En el año 2000, aproximadamente 900 millones de habitantes de zonas urbanas (cerca de un tercio de la población urbana mundial) vivía en barrios marginales. Se calcula que un residente de un barrio marginal gasta de 5 a 10 litros de agua al día, mientras que un hogar de estrato medio a alto de la misma ciudad consume cerca de 50 y 150 o más litros al día.
- ✚ A pesar de que los sistemas de aguas subterráneas o acuíferos proporcionan, a nivel global, entre el 25 y el 40% del agua potable del mundo, en algunos lugares del mismo como la región norte de África y parte del Medio Oriente, éstos son explotados hasta niveles 50% superiores a su ritmo de recarga.
- ✚ Durante los 5 últimos años del siglo XX los glaciares se caracterizaron por una tendencia global hacia la fusión continua. Deterioro el cual tendrá impactos tanto en la sostenibilidad de los recursos hídricos de las cuencas dependientes de los glaciares, como sobre sus ecosistemas.
- ✚ Fuertes exigencias están imponiendo a los ecosistemas costeros y de agua dulce eventos como el crecimiento demográfico y las actividades económicas. Tal es la situación que desde 1900, las extracciones de agua se han multiplicado por seis, lo que representa el doble de la tasa de crecimiento demográfico.
- ✚ El deterioro de los ecosistemas de agua dulce no solo se presentan en sus características fisicoquímicas sino también en las biológicas. En promedio, las poblaciones de especies de agua dulce disminuyeron en un 47% entre 1970 y 2000.
- ✚ Una persona necesita entre 20 y 50 litros de agua libre de contaminantes, al día, para satisfacer sus necesidades básicas. Para efectos metabólicos o fisiológicos un humano necesita diariamente 2 Litros de agua.
- ✚ En los países en vía de desarrollo la cobertura de saneamiento es del 49%, mientras que en los países desarrollados alcanza el 98%.
- ✚ En los últimos veinte años, Bangladesh ha instalado más de 4 millones de pozos entubados con el fin de abastecer de agua potable al 95% de la población. Ello ha provocado el mayor número de casos de envenenamiento por arsénico de la historia.
- ✚ Increíblemente la irrigación solo abarca el 10% del agua utilizada en la agricultura, sin embargo, esta actividad consume el 70% del total de extracciones del agua dulce, lo cual la hace objeto de un análisis riguroso en las discusiones sobre la gobernabilidad del recurso hídrico.
- ✚ En caso de ofrecer los incentivos adecuados, generalmente se puede reducir entre un 40 y un 90% la demanda de agua para la industria, aún con las técnicas y prácticas

existentes. Para tal objetivo es totalmente necesario que las políticas de conservación del agua sean justas, factibles y aplicables.

- ✚ Sólo un 25% de las presas del mundo están implicadas en la producción de energía hidroeléctrica, no obstante, el impacto paisajístico, ambiental y socio-económico de las regiones donde se encuentran es notable.

El agua en algunos casos es sinónimo de “destrucción”, durante un período de diez años, de 1992 a 2001, un 90% de todos los desastres naturales fueron de origen meteorológico o hidrológico.

2.8 TIEMPO DE PENSAR Y ACTUAR

Objetivo: Propiciar dinámicas comunitarias que conlleven a la reflexión-acción frente a la problemática de la contaminación del recurso hídrico.

ACTIVIDAD #1: VISITEMOS EL AGUA CONTAMINADA²⁵

Para realizar en grupos de tres personas.

Busquen en su barrio, comuna, ciudad o localidad, un lugar donde se perciba la contaminación del agua. ¿A qué este grupo o grupos humanos específicos afecta (comunidad general, salud animal, salud vegetal)?

Indicaciones a tener en cuenta antes de la salida.

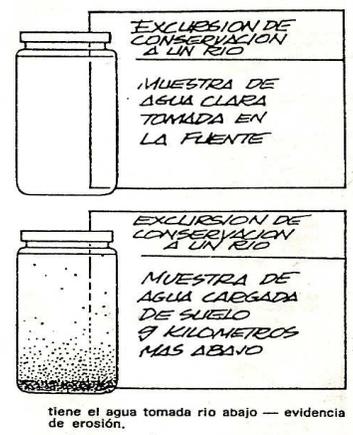
El hecho de que el sitio donde vamos está contaminado no quiere decir que lo vayamos a contaminar más, por tal motivo abstengámonos totalmente de arrojar basuras.

Recordemos que es una salida de campo, por lo cual es importante llevar ropa liviana como el uniforme de educación física de tu colegio.

Al visitar una fuente de agua (Río o lago) son muchas las cosas que se pueden observar y anotar, es por eso muy importante llevar una libreta de apuntes liviana y un lápiz, porque en caso de lluvia los apuntes no se borrarán.

²⁵ Fuente: FUNDECIMA. Guía metodológica para denuncias sobre situaciones que afectan el medio ambiente y los recursos naturales en las diferentes regiones del Departamento del Cauca. Fundación del comité de Integración del Macizo Colombiano. 2003 y modificado para este trabajo.

Llevar dos recipientes plásticos para tomar muestras de agua en los sitios antes y después de la fuente de contaminación para observar diferencias entre las muestras. *NOTA:* para tu protección, de cualquier contaminante o picaduras de insectos utiliza guantes plásticos domésticos.



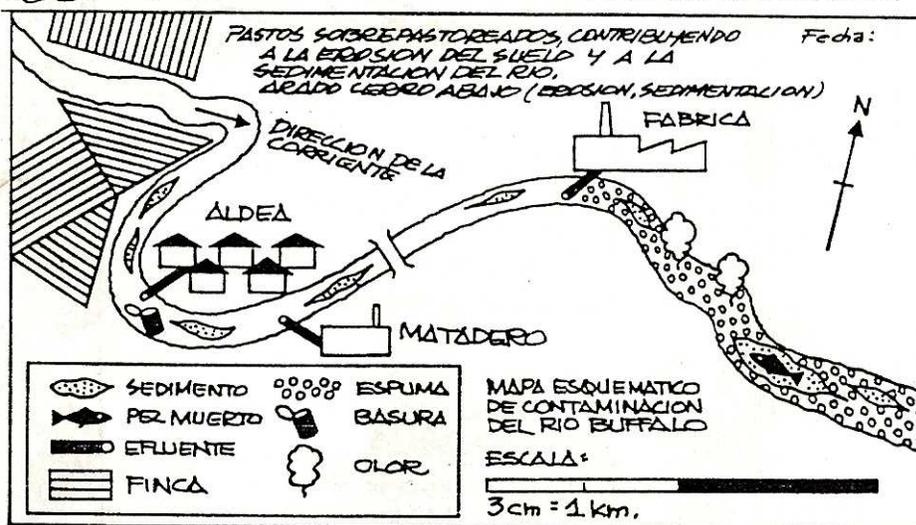
En caso de que la fuente esté muy contaminada y no existan reportes al respecto, informe sobre la condición de la misma siguiendo los pasos que se indican abajo.

1. Identifique y describa el lugar exacto donde ocurre el daño ambiental.
2. Recuerde la toma de muestras (antes y después de la fuente contaminante).
3. Tome registros gráficos y de video.
4. Describa detalladamente el tipo de daño ambiental.
5. Describa como se caracteriza el daño ambiental.
6. Relate el tiempo en que viene sucediendo el daño ambiental, en lo posible colocar fechas exactas.
7. Identifique las personas o entidades responsables del daño ambiental.
8. Defina las personas o entidades que están siendo afectadas.
9. Describa como afecta la situación de deterioro ambiental a la localidad (si es posible dar cifras en pérdidas monetarias y disminución de los recursos).
10. Describa detalladamente que acciones se han hecho al respecto, denuncias públicas, denuncias a la procuraduría, fiscalía y/o otras instituciones encargadas de velar por el manejo y el cuidado del medio ambiente.
11. Describa cual ha sido la respuesta de los organismos estatales encargados de velar por el cuidado y manejo de los recursos naturales., con relación a su denuncia.
12. Si tiene alguna queja sobre estos organismos estatales sobre el no cumplimiento de la función, mal manejo de recursos, omisiones y otros, argúmentela con datos específicos, fechas, montos y otros o si conoce proyectos o propuestas para solucionar esta situación, también anéxelas a este documento.

Además de estos puntos usted también puede crear una tarjeta de reporte como el siguiente ejemplo.

INFORMACION DE CONTAMINACION-EXCURSION DE CONSERVACION A UN RIO.	
COLOR	LODOSO ESPUMOSO ABAJO DE LA FABRICA
PENETRACION DE LA LUZ	55 cm. 30 cm. 15 cm. ARriba DE LAS FINCAS ABAJO DE LAS FINCAS ABAJO DE LA FABRICA
OLOR	ACRE ABAJO DE LA FABRICA
SEDIMENTO	MUY CONCENTRADO ABAJO DE LAS FINCAS
FUENTES EFLUENTES	FABRICA / MATADERO / ALDEA
PECES	PEZ MUERTO EN BANCOS DE SEDIMENTO ABAJO DE LA FABRICA
BASURA	ZONA DE LA ALDEA Y MAS ABAJO - CHATARRA, TONELES, BOTELLAS, ENVASES PLASTICOS, ETC.
TEMPERATURAS	

TIPO DE MAPA LITIL ...



Fuente gráfica: WWF. Programa: Ayuda a salvar al mundo, World Wide Fund for Nature. 1986

Se debe entregar un trabajo escrito y debe ser sustentado en clase.

HAGAMOSLO CONOCER: es muy importante la socialización de los daños que sufra la naturaleza, porque este es el primer paso para la búsqueda de soluciones. Por eso, hagamos mapas, tomemos fotos, dibujemos, tomemos muestras de agua y de animales muertos, además de algunos datos que servirán de soporte al trabajo. Realicemos presentaciones de esta situación ante su comunidad de barrio o de escuela y dirijámonos ante una autoridad ambiental o hacia especialistas en recursos naturales como flora, fauna y agua que nos pueden ayudar a diagnosticar el estado actual del ecosistema y dar ideas de soluciones que podamos hacer en comunidad.

ACTIVIDAD #2: EJERCITEMOS NUESTRA MENTE

Solucionemos estos ejercicios.²⁶

1. Si se pierden 2 litros (1/2 galón) de agua cada hora de una llave que gotea. ¿cuánta agua se desperdicia en una semana, mes, año?
2. Imagínate que eres una persona que vive en la región seca de la Guajira y que no tienes fuentes de agua cercanas, piensa en todo los usos que le darías al agua desperdiciada en el ejercicio anterior.
3. Cada vez que se usa la tasa del baño se derrama un promedio de 6 Litros (1.6 galones) de agua. Si en promedio vas al baño 8 veces al día. ¿Cuántos litros de agua usas en una semana, mes, año?
4. Consulte que cantidad de agua necesita una persona diariamente para satisfacer sus necesidades fisiológicas.
5. Consulte que cantidad de agua requiere diversas actividades humanas comerciales o industriales. Compare estos volúmenes de consumo con el utilizado por el hombre para sobrevivir.

²⁶ Fuente: VANCLEAVE, J. Ecología para niños y jóvenes, actividades súper divertidas para el aprendizaje de la ciencia. Primera edición, editorial limisa. México D.F.: 1996

2.9 ESTANDARES BASICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES Y EN CIENCIAS SOCIALES.

SEGUNDO MODULO: ¿ES VERDAD QUE EL AGUA SE AGOTA?				
Estándares básicos de competencias en ciencias naturales				
Explico la diversidad biológica como consecuencia de cambios ambientales, genéticos y de relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas.	Relaciono la estructura de las moléculas orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico.	Explico las fuerzas entre objetos como interacciones debidas a la carga eléctrica y a la masa.	Utilizo modelos biológicos, físicos y químicos para explicar la transformación y conservación de la energía.	Identifico aplicaciones de diferentes modelos biológicos, químicos y físicos en procesos industriales y en el desarrollo tecnológico; analizo críticamente las implicaciones de sus usos.
Entorno vivo	Entorno físico	Entorno físico	Ciencia, Tecnología y Sociedad	Otros logros
Procesos biológicos	Procesos químicos	Procesos físicos		
Explico las relaciones entre materia y energía en los procesos de eutrofización.	Identifico cambios químicos en el agua producto de actividades de la vida cotidiana y el ambiente.	Explico la transformación de energía mecánica en energía térmica en los procesos industriales que producen tipo de contaminación térmica sobre el agua.	Analizo el potencial problema del uso excesivo de los recursos hídricos en la obtención de energía eléctrica.	Analizo como afectan los malos hábitos humanos el ciclo del agua.
Argumento que la contaminación en el agua altera el proceso normal de fotosíntesis disminuyendo la cantidad de oxígeno en un ecosistema acuático.	Explico los cambios químicos en el agua desde diferentes modelos.		Explico como se afectaría mi salud en caso de consumir agua de mala calidad.	Conozco el consumo diario de agua en mi hogar
Identifico y explico ejemplos de cambios en la mecánica del fluido agua en casos donde se presente contaminación.	Verifico el efecto de presión y temperatura en los cambios químicos ocurridos en el agua producto de diferentes tipos de sustancias contaminantes.		Explico cambios químicos en el agua producto de los residuos de las aguas de riego y lavado publico, las aguas domésticas, las aguas fecales, las aguas procedentes de la industria agraria o agrícola.	Analizo las consecuencias de la mala disposición de las aguas residuales producto de las actividades industriales, agrícolas y domésticas en las fuentes de agua que conozco.
Analizo y relaciono las alteraciones en el ciclo del agua causadas por la contaminación en el agua y en el aire.	Uso la tabla periódica para determinar propiedades físicas y químicas de los principales elementos contaminantes del agua.		Conozco los diferentes usos que le da nuestra sociedad al agua.	
Explico diversos tipos de relaciones entre especies que actúan como vectores de	Relaciono la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas que		Explico los efectos que tiene la contaminación en el agua sobre la economía, sobre las comunidades, sobre	

enfermedades en los ecosistemas acuáticos.	afectan el equilibrio natural de los cuerpos de agua.	el medio ambiente y sobre mí.
Identifico y explico alteraciones ecológicas a nivel de individuo, población, comunidad y ecosistema derivadas de la contaminación y escasez del agua.	Explico algunos cambios químicos que ocurren en el ser humano producto de las enfermedades producto de la contaminación del agua, o de la escasez de la misma.	Explico el funcionamiento de algún antibiótico y reconozco la importancia de su uso correcto en caso de contraer alguna enfermedad producto del mal estado del agua.
Explico y comparo algunas adaptaciones de seres vivos que viven en condiciones donde existe escasez de agua.		
COMPETENCIA		
Estudiantes que identifican los problemas de contaminación, escasez y mal manejo del Recurso Agua en su comunidad, que reconocen sus causas y efectos sobre el medio ambiente, la sociedad y sobre ellos mismos; y que reaccionan ante tal situación.		

SEGUNDO MODULO: ¿ES VERDAD QUE EL AGUA SE AGOTA?		
Estándares básicos de competencias en ciencias sociales		
Identifico algunas características culturales y sociales de los procesos de transformación que se generaron a partir del desarrollo político y económico de Colombia y el mundo a lo largo del siglo XX.	Identifico y tomo posición frente a las principales causas y consecuencias políticas, económicas, sociales y ambientales de la aplicación de las diferentes teorías y modelos económicos en el siglo XX y formulo hipótesis que me permitan explicar la situación de Colombia en este contexto.	Comprendo que el ejercicio político es el resultado de esfuerzos por resolver conflictos y tensiones que surgen en las relaciones de poder entre los Estados y en el interior de ellos mismos.
Relaciones con la historia y las culturas	Relaciones espaciales y ambientales	Relaciones ético-políticas
Explico el impacto ambiental que han tenido las actividades ilícitas con el surgimiento del cultivo de coca realizado por guerrilla, paramilitares y narcotraficantes.	Establezco algunas relaciones entre los diferentes modelos de desarrollo económico utilizados en Colombia y América Latina y las ideologías que lo sustentan.	Identifico causas y consecuencias de los procesos de desplazamiento forzado de poblaciones y reconozco los derechos que protegen a estas personas
Analizo desde el punto de vista político, económico, social y cultural algunos de los hechos históricos mundiales sobresalientes del siglo XX (guerras mundiales, conflicto del Medio Oriente, caída del muro de Berlín...) y su impacto sobre el medio ambiente.	Analizo el impacto de estos modelos en la región.	Analizo las tensiones que los hechos históricos mundiales del siglo XX han generado en las relaciones internacionales (guerra fría, globalización, bloques económicos)
Identifico y analizo las diferentes formas del orden mundial en el siglo XX (Guerra Fría, globalización, enfrentamiento Oriente-Occidente...) y su impacto sobre el medio ambiente.	Explico y evalúo el impacto del desarrollo industrial y tecnológico sobre el medio ambiente y el ser humano.	
Identifico y explico las luchas de los grupos étnicos en Colombia y América en busca de su reconocimiento social e igualdad de derechos humanos y por los recursos naturales desde comienzos del siglo XX hasta la actualidad.	Analizo críticamente los factores que ponen en riesgo el derecho del ser humano a una alimentación sana, agua potable y suficientes (usos de la tierra, desertización, transgénicos...).	
Establezco relaciones entre las distintas manifestaciones artísticas y las corrientes ideológicas del siglo XX que han influido en el manejo y la conservación de los recursos naturales.	Identifico algunos factores que han dado origen a las nuevas formas de organización de la economía mundial (bloques económicos, tratados de libre comercio, áreas de libre comercio...) y su impacto sobre los recursos naturales.	
	Identifico y analizo las consecuencias económicas, sociales, ambientales, económicas, políticas y culturales de los procesos de concentración de la población en los centros urbanos, extensión de los mismos y abandono del campo.	
COMPETENCIA		
Estudiantes con bases sociales y políticas que reconocen falencias en los procesos de organización y gestión que su gobierno tiene sobre el Recurso Agua, comprometidos con una actitud de cambio hacia el mismo.		

3. TERCER MODULO: EXAMINEMOS EL AGUA ANALISIS Y CARACTERIZACION DEL AGUA



Fuente Fotográfica: www.palintest.com/products/pocket+kits?lang=es

OBJETIVO GENERAL: Conocer e implementar técnicas simples de análisis y caracterización del agua.

3.1 CALIDAD DEL AGUA

Objetivo: Que el estudiante cuente con elementos de juicio de orden académico que le permitan determinar la calidad del agua en su entorno.

En cuanto a los ecosistemas acuáticos existentes en la naturaleza, se consideran que tienen una buena calidad de agua, cuando estos se mantienen en sus condiciones tanto físicas, químicas y biológicas naturales, esto es, que no hayan sido expuestos a alguna actividad antrópica que afecte su desarrollo normal y mantenga la biota existente.

La calidad de agua depende del uso que se le vaya a dar a la misma; así por ejemplo, un agua con altos contenidos de materia orgánica puede tener una calidad excelente para uso agrícola, pero una calidad pésima para el consumo humano. Cuando se trata de agua para este tipo de consumo, nos referimos al término de potabilidad del agua; un agua potable tiene las características físicas, químicas y microbiológicas que le permite ser consumida por los humanos.



La calidad de agua para consumo humano debe cumplir con una serie de requisitos como lo es la transparencia, la ausencia de sustancias y elementos químicos tóxicos y la ausencia de microorganismos patógenos, por tal motivo la importancia de consumir agua tratada de acueducto, o de formas más simples como el hervor y la desinfección con cloro.

Fuente fotográfica: www.paho.org/.../dpi/100/100feature23_photos.htm

Para conocer la calidad del agua, según la destinación del recurso, se han desarrollado diversos métodos físicos, químicos y biológicos, algunos de los cuales se mencionan en los apartes siguientes.

3.2 MÉTODOS Y TÉCNICAS²⁷

Objetivo: Conocer los diferentes métodos y técnicas para determinar la calidad fisicoquímica del agua.

El estudio de los ecosistemas acuáticos permite conocer por un lado, su estructura y funcionamiento, y por el otro lado, el estado de afectación de sus características, ya sea por efectos de las actividades antrópicas o naturales. Este conocimiento permite implementar programas de conservación y/o restauración en las fuentes hídricas en las que esto sea necesario. La ciencia encargada del estudio de los ecosistemas acuáticos continentales es la limnología y la encargada de las aguas marinas es la oceanografía.

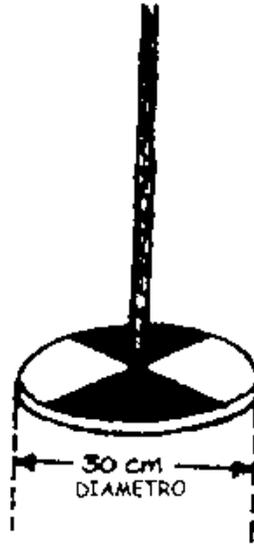
Con el fin de conocer el estado del recurso hídrico estas ciencias han creado e implementado una serie de métodos y técnicas tanto fisicoquímicas como biológicas que varían tanto en sus usos como en sus costos. Aunque se han desarrollado técnicas y equipos muy complejos para los análisis de las aguas, existen algunas de ellas muy simples, que nos permiten inferir la calidad del agua para diversos usos. En este módulo de los contenidos solo se nombrarán algunas de las más conocidas.

3.2.1 Parámetros Físicos

Penetración Lumínica

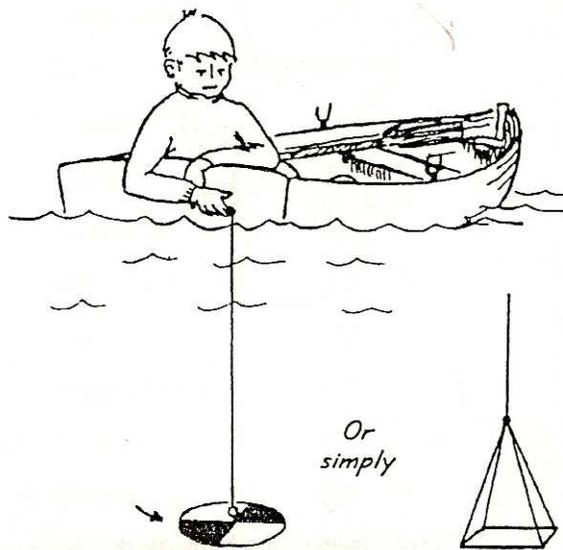
Se refiere a la capacidad que tiene el agua de penetrar en una masa de agua. Se denomina zona fótica del cuerpo de agua, la extensión de la masa de agua a la cual la luz incidente penetra en la columna de agua. El método más simple conocido es el de disco Secchi en el cual un disco de color blanco con negro amarrado con una cuerda se introduce en el agua y se mide la profundidad hasta la que es visible, esta es multiplicada por el factor 2.7 para conocer la verdadera profundidad a la que penetra la luz solar. Cuando los lagos presentan alta cantidad de sedimentos la penetración lumínica es de unos pocos metros, factor que afecta gravemente el proceso de fotosíntesis en el ecosistema acuático y por lo tanto la concentración de oxígeno que en este se presenta. Por el contrario un lago con alta penetración lumínica presenta buenas condiciones para el proceso de fotosíntesis.

²⁷ ROLDÁN, Gabriel. Fundamentos de limnología neotropical. Editorial universidad de Antioquia. Medellín: 1992.



La elaboración de un disco Secchi es muy fácil: sólo se requiere de un disco metálico de 30 cm. de diámetro pintado de dos colores diferentes, generalmente blanco y negro divididos en cuatro franjas como se observa en el gráfico y una cuerda graduada en metros.

Fuente gráfica: www.fao.org/DOCREP/006/Y1187S/y1187s09.htm



Simplemente basta con introducir el disco Secchi en el agua y dejarlo caer hasta el fondo hasta perderlo de vista, luego subirlo hasta que vuelva a aparecer; en ese momento se toma la medida de la cuerda en metros y se multiplica por el factor 2.7 para obtener la profundidad de la zona fótica.

Fuente gráfica: WWF. Help to save the World Programme, resource material on conservation. World Wide Fund for Nature. 1986

Color

Parámetro importante para la determinación de agua potable. El color es causado por sustancias disueltas, tales como compuestos de naturaleza orgánica, materia orgánica particulada, material vivo y material no vivo. La forma más simple de determinarlo es la percepción organoléptica, en este caso el sentido de la vista. Sin embargo, existen otros métodos más complejos tales como el de *Forel y Ule* que consta de una mezcla de diferentes proporciones de tres soluciones que comprenden desde el azul I hasta una solución de color pardo XXII. Una serie de tonalidades verdes sirven como estándares, tales tonalidades se hacen de varias proporciones de cromato potásico amarillo y sulfato cuproamónico azul²⁸.

Conductividad

Mide la cantidad total de iones presentes en un cuerpo de agua de manera indirecta al establecer la corriente eléctrica que es conducida por el agua. La conductividad se mide con un artefacto llamado conductímetro, equipo que entrega un valor expresado en unidades de medición tales como $\mu\text{MHOS/cm}$. o microsiemens por cm. ($\mu\text{S cm}^{-1}$). Sin embargo, existen otras unidades de medida que dependen del método utilizado. Por lo general, las aguas continentales en condición natural son de muy baja conductividad. El incremento de los valores de la conductividad es indicativo de la alteración del ecosistema acuático, pues indica que existen un mayor número de iones para conducir la energía y por lo tanto se puede inferir que existe un proceso de contaminación.

pH

Representa la concentración de iones hidrógeno que hay en un cuerpo de agua. El pH de las aguas está determinado por la presencia de diversas sustancias químicas, siendo de gran importancia el gas carbónico (CO_2), pues este reacciona con el agua formando ácido carbónico (H_2CO_3), el cual tiende a mantener un equilibrio iónico en el agua. Con el pH determinamos si un ecosistema es ácido o básico. A continuación se presenta la escala de valores de pH:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
Acido Neutro Básico

En un ecosistema bajo condiciones ácidas, desaparece gran parte de los invertebrados acuáticos y se produce un alto incremento en las poblaciones de hongos, con esto se disminuye la producción de celulosa y la concentración de oxígeno. Un ecosistema bajo

²⁸ Cole, 1983 citado por Roldan, Gabriel en: Fundamentos de limnología neotropical. Editorial universidad de Antioquia. Medellín: 1992.

condiciones básicas también altera las funciones fisiológicas normales de los organismos que lo habitan.

La manera más simple para determinar el pH es usando papel tornasol. No obstante, existen instrumentos que permiten una mayor exactitud en la medida, tal es el caso de los pHmetros, que con la ayuda de un electrodo que se sumerge en el agua a examinar nos da la medida exacta en un tablero electrónico.

Temperatura

La temperatura es un factor clave en las condiciones de un ecosistema acuático puesto que incide en la densidad del agua (de lo cual dependen patrones de circulación y estratificación de la misma), solubilidad de gases, reacciones químicas y procesos biológicos como niveles tróficos de la biota acuática, tasas metabólicas, conversiones alimenticias, procesos de maduración sexual, estructura y distribución de poblaciones, migraciones, procesos de degradación orgánica entre otras²⁹. La temperatura se mide en grados centígrados con la ayuda del termómetro. La diversidad de los organismos varía de acuerdo a la temperatura de los ecosistemas hídricos, es así como en los ecosistemas hídricos de clima frío encontramos peces que en su mayoría alimentan de macroinvertebrados acuáticos, en los de climas templados encontramos peces que se alimentan de peces y macroinvertebrados acuáticos, y en los de clima caliente encontramos en su mayoría peces que se alimentan de plancton, solo por citar algunos ejemplos.

Sólidos

Los sólidos se encuentran en el agua ya sea de forma suspendida o disuelta. Entre los sólidos suspendidos, se encuentra arcilla, arenas, partículas orgánicas coloidales, plancton y otros organismos microscópicos. Su origen puede ser propio del sistema (autóctono) o puede provenir por escorrentía y/o lixiviación (alóctono). Los sólidos enturbian el agua, afectando la capacidad de penetración lumínica en la columna, en la transmisión de luz y por ende, en el flujo energético del ecosistema acuático y en sus niveles de productividad³⁰. Los sólidos suspendidos se pueden medir fácilmente estudiando la sedimentación de las partículas en un recipiente de vidrio o plástico. En el laboratorio de aguas generalmente se emplea un cono de vidrio llamado de Himnoff, en el cual se pone cierta cantidad de agua y los sólidos suspendidos se precipitan en el fondo en un tiempo determinado.

Por su parte los sólidos disueltos, enturbian el agua haciéndola no apta para el consumo humano, ya que junto entre las partículas disueltas pueden estar microorganismos que son

²⁹ VASQUEZ, Guillermo. Evaluación de la calidad de las aguas naturales. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Universidad del Cauca. Popayán: 2001.

³⁰ Ibid.

patógenos para el ser humano. Los sólidos disueltos se pueden medir mediante evaporación de un volumen determinado de agua a altas temperaturas (ejemplo 105 °C) en un recipiente previamente pesado. Los sedimentos que quedan en este recipiente nos indican los sólidos totales en la masa de agua. Otra forma de medirlos, es filtrando un cierto volumen de agua en un filtro previamente pesado; una vez el filtro se haya secado, se establece la diferencia de peso y así se obtiene la cantidad de sólidos presentes en ese volumen de agua.

El estudio de la presencia de sólidos nos permite conocer las relaciones entre los ecosistemas adyacente (suelo, flora y fauna) y el cuerpo de agua natural y como afectan a la productividad y biota en general.

3.2.2 Parámetros Químicos

Oxígeno disuelto

Este parámetro es importante en la dinámica y caracterización de los sistemas acuáticos, puesto que el oxígeno es el gas que utilizan la mayoría de organismos vivos para su supervivencia. En ecosistemas lénticos (lagos, lagunas, embalses) el oxígeno disminuye a medida que aumenta la profundidad, lo cual determina la distribución de la biota acuática y las relaciones tróficas al interior del cuerpo de agua. En los sistemas lóticos (ríos, arroyos, quebradas) el oxígeno tiende a mantenerse constante en los estratos superiores de la columna y disminuir abruptamente en sus niveles inferiores³¹.

Cuando se presenta un déficit muy alto de O₂ en un cuerpo hídrico, trae consecuencias negativas para la biota que habita en él, por lo contrario cuando el agua está saturada de oxígeno, el gas pasará del agua al aire, con el fin de mantener equilibrio con el oxígeno atmosférico. Existen métodos estándar para su determinación tales como el método Winkler, o la utilización de Kits de análisis calorimétricos (ej. Aquamerck, que tienen instrucciones de uso) y/o la utilización de un oxímetro.

CO₂ disuelto

Es un gas producto de la degradación de materia orgánica, la respiración de las plantas y los animales acuáticos, el agua de lluvia y la disolución a partir de la atmósfera. La importancia del CO₂ radica en su acción amortiguadora en el agua, lo que permite que no se presenten cambios bruscos de pH en la misma, además proporciona la materia prima para la fotosíntesis y en especial el carbono (C), elemento clave para la constitución de materia

³¹ VASQUEZ, Guillermo. Evaluación de la calidad de las aguas naturales. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Universidad del Cauca. Popayán: 2001.

orgánica³². Este se mide en unidades mg/L. El método mas ampliamente conocido es el de titulación.

Alcalinidad

Se refiere a la cantidad de iones bicarbonato (HCO_3^-) y carbonato (CO_3^{2-}) presentes en el agua, provenientes de la disociación del ácido carbónico (H_2CO_3), producto de la combinación del CO_2 con el H_2O . Es una medida de la capacidad de un agua para neutralizar ácidos. Además, de estos iones, los hidróxidos también pueden contribuir con la alcalinidad. Este se expresa en $\text{mg l}^{-1} \text{CaCO}_3$. Para su determinación se utiliza un Kit de análisis.

Carbonatos

El carbonato lo podemos encontrar como calcita o dragonita (CaCO_3), puede estar unido al magnesio como MgCO_3 o como carbonato doble de calcio y magnesio $\text{CaMg}(\text{CO}_3)$. Para su determinación se utiliza un Kit de análisis.

Dureza

Esta se refiere a la cantidad de iones de calcio (Ca) y magnesio (Mg) presentes en un cuerpo de agua. La dureza del agua refleja la naturaleza de las formaciones geológicas con las cuales ha estado en contacto. Según Sawyer y McCarty, las aguas se clasifican en³³:

- 0 - 75 mg CaCO_3/L = Aguas blandas
- 75 - 150 mg CaCO_3/L = Aguas semiduras
- 150 - 300 mg CaCO_3/L = Aguas duras
- Más de 300 mg CaCO_3/L = Aguas muy duras

Las aguas con bajos valores de dureza se llaman “aguas blandas” y biológicamente son aguas poco productivas, por otro lado, las aguas con altos valores de dureza se llaman “aguas duras” y por lo general son muy productivas.

Algunas veces el aluminio y los iones férricos contribuyen a la dureza de las aguas, provenientes del suelo y las formaciones rocosas. Para su determinación se utiliza un Kit de análisis, o por la titulación con EDTA (ácido etilén-diaminotetracético) u otro producto que

³²ROLDÁN, Gabriel. Fundamentos de limnología neotropical. Editorial universidad de Antioquia. Medellín: 1992.

³³Sawyer y McCarty, 1967 citado por Boyd, 1990 citado por Vásquez, Guillermo en: Evaluación de la calidad de las aguas naturales. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Universidad del Cauca. Popayán: 2001.

forme enlaces con iones de magnesio o calcio. El procedimiento es el siguiente a 100 mL de muestra de agua se adicionan 1 o 2 mL de NH_3 al 25%, se agrega un indicador de pH y se titula con EDTA. Los resultados se expresan en $\text{mg CaCO}_3/\text{L}$ ³⁴. Existe otra forma de determinar si una muestra de agua es dura o blanda con una práctica de laboratorio muy simple que la encontramos en la sección **TIEMPO DE PENSAR Y ACTUAR** de este módulo.

3.2.3 Parámetros Biológicos

Los ecosistemas acuáticos poseen una gran variedad de seres vivos, desde formas microscópicas como las bacterias y las algas, organismos de tamaño intermedio como las larvas de insectos y crustáceos, hasta seres de gran tamaño como algunos peces. Todos ellos pueden ser utilizados para estudiar los ecosistemas acuáticos y establecer la calidad del agua para diferentes usos. Se citan a continuación algunos de los grupos de organismos mas empleados en los análisis de calidad del agua y los métodos para su estudio.

Macroinvertebrados acuáticos epicontinentales

Este termino se emplea para todos aquellos organismos acuáticos que se pueden observar a simple vista, en otras palabras son organismos cuyo tamaño es mayor a 0.5 mm., dentro de este grupo se encuentran artrópodos como insectos y crustáceos, anélidos y moluscos.

De todos los grupos animales que han sido considerados en los monitoreos biológicos de las aguas continentales (como indicador de las condiciones ecológicas o de calidad de las aguas), los macroinvertebrados bentónicos han sido los más recomendados y utilizados con mayor frecuencia, principalmente por ser un método muy económico y muy sencillo de realizar.

Estos métodos básicamente trabajan sobre la premisa que la tolerancia o nivel de respuesta de los organismos que componen el bentos, difiere según el tipo de contaminante a que han sido expuestos. En algunos índices, la tolerancia de los organismos incluye a la comunidad de macroinvertebrados en términos de presencia y ausencia del taxa, el número o proporción del total de cada taxón o alguna otra medida de abundancia que permita asignar un puntaje individual. Estos cambios u otros a nivel morfológico, fisiológico o de desarrollo de estos organismos, pueden indicar que las condiciones físicas y/o químicas, están fuera de sus límites naturales.

Las respuestas de las comunidades acuáticas a las perturbaciones ambientales son útiles para evaluar el impacto de los distintos tipos de contaminación, residuos municipales,

³⁴ROLDÁN, Gabriel. Fundamentos de limnología neotropical. Editorial universidad de Antioquia. Medellín: 1992.

agrícolas, industriales e impactos de otros usos del suelo sobre los cursos de aguas superficiales.

Estos estudios suponen una herramienta adecuada para el establecimiento de caudales ecológicos.

Con la realización de estos estudios, se llevan a cabo Índices Bióticos, basados en la ordenación y ponderación de las especies de macroinvertebrados presentes en las aguas según su tolerancia a la contaminación orgánica. Entre los existentes se destacan el IBGN, índice biológico general normalizado, y el BMWP, biological monitoring working party store system³⁵. Para el caso de Colombia Zamora adaptó este índice para la evaluación de la calidad de aguas en nuestro país³⁶.

La información suministrada por los diferentes tipos de índices debe considerarse conjuntamente para poder revelar con fidelidad el estado biológico de las aguas conociendo qué especies están presentes tanto las tolerantes como las intolerantes a la contaminación, y cómo se estructuran dentro de la comunidad, si existe dominancia, etc.

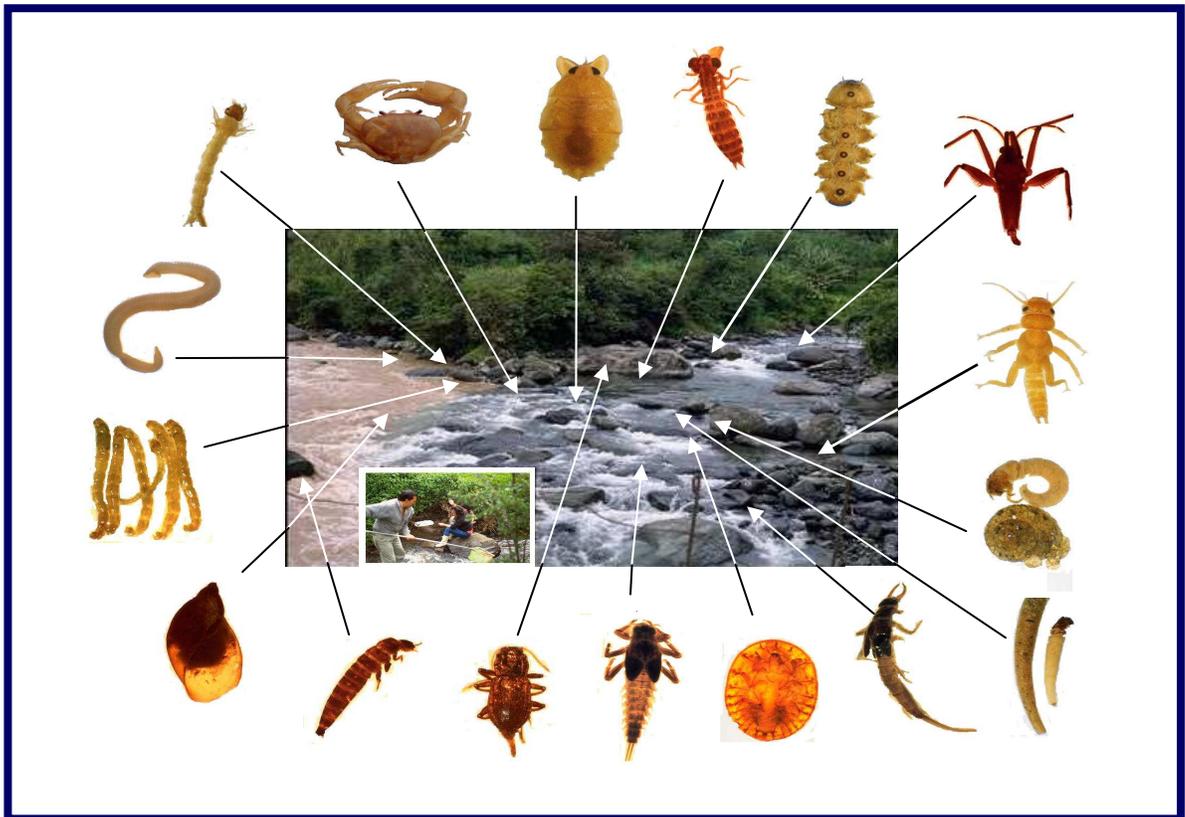
Para la realización del índice es necesaria la toma de muestras de macroinvertebrados, mayor de 500 micras, para ello, y en función del índice biológico a realizar, se establecerá el protocolo de campo a seguir para un adecuado muestreo.

El I.B.G.N. permite la evaluación de la calidad general de un curso de agua mediante el análisis de la macrofauna béntica, profunda, la cual está considerada como indicador de calidad da la misma. También permite la evaluación del efecto de una perturbación en el medio receptor cuando es aplicado comparativamente río arriba y debajo de un vertido o de alguna otra perturbación.

Los individuos son seleccionados y determinados hasta el nivel de familia, excepto donde la identificación es delicada.

³⁵ ZAMORA H. Adaptación del Índice BMWP para la Evaluación Biológica de la Calidad de Aguas Epicontinentales en Colombia. Unicauca Ciencia 4: 47-56. 1999

³⁶ Ibid.



Los macroinvertebrados suelen utilizarse como indicadores de las condiciones ecológicas. Fuente Fotográfica: ROLDAN, Gabriel. Los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad de agua. Universidad Católica de Oriente, Unidad de Gestión Ambiental. Medellín: 2001

El índice es calculado mediante una tabla, variando los valores entre 0, muy mala calidad, hasta 20, muy buena calidad

El B.M.W.P. permite estimar la calidad del agua para el estudio de la fauna béntica, en función de la tolerancia frente a la polución orgánica. Los individuos son identificados hasta el nivel de familia. La escala de valores del B.M.W.P va desde 0 hasta más de 250.

Este índice es de cálculo fácil y se obtiene una expresión sintética de la calidad del agua, fácilmente asimilable por cualquier persona. Tenemos que añadir que éste índice es menos representativo que el I.B.G.N. pues basta con la presencia de un único individuo de una especie para que sea tenida en cuenta, así que pueden estar los resultados falseados por el fenómeno de deriva de los macroinvertebrados río arriba de los cursos de agua.

Seguidamente vemos reflejados los valores de ambos índices:

Tabla 1. Valores y características para las aguas clasificadas mediante el índice I.B.G.N y B.M.W.P

Rango I.B.G.N	Clase B.M.W.P	Rango B.M.W.P	Calidad	Característica	Color cartográfico
≥17	I	>121	Muy buena	Aguas muy limpias	azul oscuro
	II	101-120	Buena	Aguas limpias, no contaminadas o no alteradas de modo sensible	azul claro
16-13	III	61-100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	verde
12-9	IV	36-60	Dudosa	Aguas contaminadas	amarillo
8-5	V	16-35	Critica	Aguas muy contaminadas	naranja
≤4	VI	<15	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	rojo

Análisis bacteriológicos y microbiológicos

Estos son todos aquellos análisis que permiten identificar a aquellos organismos que no podemos observar a simple vista en el agua. Tal es el caso de las bacterias, los protozoarios y los hongos. Estos análisis son muy importantes en cuanto a la potabilización del agua se refiere, ya que muchos de los microorganismos presentes en el agua pueden ser perjudiciales para la salud humana tal como se observó en la parte de **Salud Humana y Calidad de Agua**.

Método del filtro de membrana

Este método determina el número de coliformes totales y fecales y consiste en filtrar un determinado volumen de agua a través de una membrana que retiene las bacterias en su superficie por su tamaño de poro (0.45 µm). La membrana es pasada luego a un medio de cultivo selectivo y diferencial, sobre este medio crecerá una colonia de bacterias donde quedo retenida cada bacteria durante la filtración. Se cuentan el número de colonias y se expresan los resultados en coliformes por 100 mL de muestra. Se recomienda este método para aguas claras y se puede adaptar para aguas con altas turbiedades cuando se han hecho diluciones apropiadas de la muestra.

Método de fermentación en tubos múltiples

Determina la presencia y el número de bacterias coliformes mediante la siembra de una serie de fracciones de un volumen conocido de muestra en tubos de ensayo con un medio de cultivo favorable. Este método se basa en las leyes de las probabilidades y se utiliza para estimar el número de bacterias en una muestra, el resultado se expresa con el Número más Probable (NMP).

3.3 TIEMPO DE PENSAR Y ACTUAR

Objetivo: Propiciar actividades que permitan al estudiante diferenciar entre aguas duras y aguas blandas.

ACTIVIDAD #1: AGUAS DURAS Y BLANDAS ³⁷

Se llama agua dura a la que contiene en solución elementos minerales que ha extraído de las rocas por las cuales circuló o sobre las cuales ha corrido. Por el contrario, las aguas blandas o dulces no contienen, o casi no contienen minerales en solución: por ejemplo, el caso del agua de lluvia o el agua destilada. En una fuente de agua contaminada se esperan mayores valores de dureza que en una fuente limpia, debido a una mayor concentración de iones como el Calcio, Magnesio, cloruros y sulfatos.

MATERIALES

- 2 Botellas plásticas
- 1 Jabón en pastilla o 1 bolsa de jabón en polvo
- 1 Mechero
- 1 Trípode
- 1 Malla
- 3 Beaker de 50 mL
- 1 Gotero

PROCEDIMIENTO

Diferencia entre el agua dura y el agua blanda

Tomar en una botella plástica agua dura de un curso de agua (arroyo, quebrada, río) o prepararla como se indica en el **Ejercicio Auxiliar #1** que se encuentra al finalizar esta actividad. Tomar en otra botella plástica un poco de agua blanda: agua de lluvia o agua destilada o prepararla como se indica en el **Ejercicio Auxiliar #2** que se encuentra al finalizar esta actividad.

Disolver jabón en escamas o jabón en polvo, en un poco de agua caliente. Poner la misma cantidad de agua dura y agua blanda, en dos botellas o beakers distintos, si se dispone de ellos. Agregar con un gotero algunas gotas del agua con jabón al recipiente que contiene el agua blanda. Agitar fuertemente el recipiente; volver a empezar; contar el número de gotas

³⁷ Fuente: UNESCO. Manual de la UNESCO para la enseñanza de las ciencias. Segunda edición, edición en español, editorial sudamericana. Buenos Aires: 1961

de agua con jabón necesarias para obtener en la superficie, una capa de espuma de 1 cm. de espesor.

Agregar después el mismo número de gotas de agua con jabón al agua dura y sacudir con fuerza, durante más o menos el mismo tiempo. Observar si hay diferencia. Seguir agregando agua con jabón al agua dura hasta obtener una espuma espesa. Comparar la cantidad de agua con jabón utilizada en un caso y en el otro.

PREGUNTAS

En cual de los dos experimentos fue necesario agregar mayor cantidad de gotas de agua con jabón: ¿En el de agua blanda o en el de agua dura? Explique por qué. ¿Cuál es el papel del jabón en el experimento?

- ✚ Investigue que elementos minerales pueden hacer parte de las aguas duras.
- ✚ ¿El hecho de que la fuente de agua de la cual usted tomó su muestra de agua dura esté en aparente estado de contaminación o no, influyó en su resultado? Explique por qué.
- ✚ Investigue el papel biológico y ecológico que el agua dura tiene en los ecosistemas acuáticos.
- ✚ Investigue y reflexione sobre las consecuencias que le traería a usted como individuo consumir aguas de naturaleza dura.

Ejercicio Auxiliar #1: Cómo preparar agua dura

Hay dos clases de agua dura, la de dureza temporal y la de dureza permanente. Se puede preparar agua de naturaleza temporal, en la forma siguiente. Tomar agua de cal limpia y hacerle burbujear anhídrido carbónico hasta que la turbiedad que se produjo al principio haya desaparecido. Se obtiene así agua temporalmente dura. Se puede preparar agua de dureza permanente diluyendo sulfato de calcio o yeso de París en agua y dejando descansar varias horas. Después de filtrarla, se obtiene un agua límpida de dureza permanente. Se la puede obtener también disolviendo sulfato de magnesio (sal de Epsom) en el agua.

Ejercicio Auxiliar #2: Ablandamiento del agua dura por ebullición

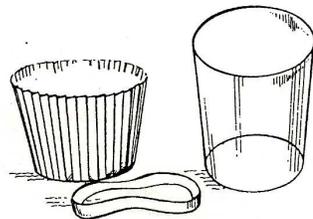
La ebullición permite eliminar la dureza temporal del agua. Poner algunas gotas de agua con jabón en agua de dureza temporal y agitar tratando de conseguir espuma. Hervir una cantidad igual de agua de la misma clase y tratar de conseguir espuma después de agregar la misma cantidad de agua con jabón.

ACTIVIDAD #2: CALIDAD DEL AGUA³⁸

¿Es pura el agua de lluvia?

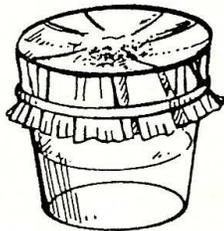
MATERIALES

Un filtro de café
Un vaso de plástico
Una banda elástica
Agua de lluvia



PROCEDIMIENTO

1. Pon el filtro encima del vaso.
2. Sujétalo con la goma para que se mantenga en su sitio.
3. Haz un hueco pequeño (1/2 cm. de diámetro) en el filtro para que el agua se filtre bien.
4. Pon el vaso bajo la lluvia para recogerla.
5. Después saca el filtro y examínalo. ¿Qué ves?



³⁸ Fuente: POTTER J. La naturaleza explicada a los niños en pocas palabras. Primera edición, paidós. Barcelona, España: 1996

EXPLICACION

Al examinar el filtro, puedes ver motas oscuras y posiblemente algunas manchas pequeñas por encima. El agua pasa a través del filtro, pero otras partículas no. En el aire, el agua recoge suciedad y partículas de polvo. Al caer sobre la tierra, lleva con esta estas partículas. A veces estas partículas son nocivas, como ocurre con la lluvia ácida.

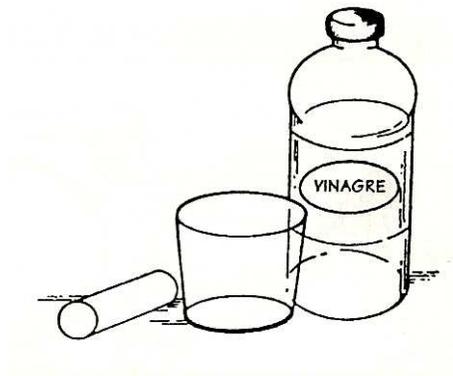
La lluvia ácida se forma al escapar hacia la atmósfera gases y otras sustancias provenientes de las fábricas, los motores, fenómenos naturales como los volcanes y otras fuentes. Los productos químicos de estas sustancias se mezclan con la lluvia y cambian su composición. Para acercarnos un poco a los efectos que tiene la lluvia ácida sobre la tierra hagamos la siguiente prueba:

ACTIVIDAD #3: LLUVIA ACIDA³⁹

¿Cuáles son los efectos de la lluvia ácida?

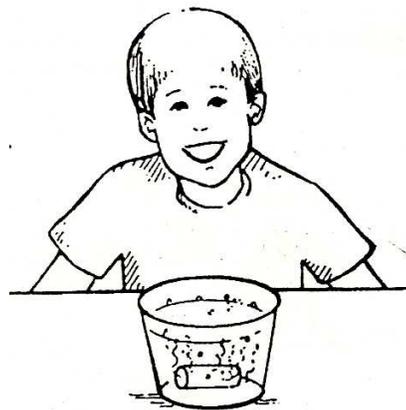
MATERIALES

- 1 tiza blanca
- 1 vaso de plástico
- 1 cucharadita de vinagre



PROCEDIMIENTO

1. Pon el trozo de tiza en el vaso de plástico.
2. Echa el vinagre encima de la tiza.
¿Qué le sucede a la tiza?



³⁹ Fuente: POTTER J. La naturaleza explicada a los niños en pocas palabras. Primera edición, paidós. Barcelona, España: 1996

EXPLICACION

La tiza está hecha de piedra caliza. La piedra caliza es una piedra que reacciona ante el ácido del vinagre. Al echar éste encima de la tiza, se desprende un gas que puedes ver en forma de burbujas. La lluvia ácida contiene un ácido débil que proviene del aire contaminado. Cuando la lluvia ácida cae sobre la piedra caliza, la corroe. La lluvia ácida también puede envenenar lagos, ríos y riachuelos.

3.4 ESTANDARES BASICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES.

TERCER MODULO: EXAMINEMOS EL AGUA				
Estándares básicos de competencias en ciencias naturales				
Explico la diversidad biológica como consecuencia de cambios ambientales, genéticos y de relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas.	Relaciono la estructura de las moléculas orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico.	Explico las fuerzas entre objetos como interacciones debidas a la carga eléctrica y a la masa.	Utilizo modelos biológicos, físicos y químicos para explicar la transformación y conservación de la energía.	Identifico aplicaciones de diferentes modelos biológicos, químicos y físicos en procesos industriales y en el desarrollo tecnológico; analizo críticamente las implicaciones de sus usos.
Entorno vivo	Entorno físico	Entorno físico	Ciencia, Tecnología y Sociedad	Otros logros
Procesos biológicos	Procesos químicos	Procesos físicos		
Argumento la importancia de la fotosíntesis como un proceso de producción de oxígeno en el ecosistema acuático que analizo.	Identifico cambios químicos que ocurren en el agua en su ambiente natural.	Explico la transformación de energía mecánica en energía térmica en los análisis físicos y de temperatura, respectivamente.	Explico cambios químicos en el agua producto de los residuos de las aguas de riego y lavado público, las aguas domésticas, las aguas fecales, las aguas procedentes de la industria agraria o agrícola.	Analizo las aplicaciones del análisis de aguas en procesos industriales y de desarrollo tecnológico.
Busco ejemplos de principios termodinámicos en algunos ecosistemas acuáticos.	Explico cambios químicos que ocurren en el agua con diferentes tipos de análisis.	Explico las características fisicoquímicas en los fluidos en movimiento y en reposo.	Explico algunos análisis físicos que se le pueden realizar al agua: penetración lumínica, color, conductividad, pH, temperatura y sólidos.	Explico la importancia del concepto de calidad de agua para los diferentes usos que se le den a la misma.
Identifico y explico ejemplos del modelo de mecánica de fluidos en los instrumentos de análisis de aguas.	Explico los resultados que obtengo a partir de los elementos presentes en el agua y los enlaces que realizan con esta.		Explico algunos análisis químicos que se le pueden realizar al agua: Oxígeno disuelto, CO ₂ disuelto, alcalinidad, carbonatos y dureza.	
Relaciono los ciclos del agua y de los elementos con la intensidad en el resultado de los parámetros fisicoquímicos analizados.	Verifico el efecto de presión y temperatura en los cambios químicos identificados con el análisis de mis resultados.		Explico el análisis con Macroinvertebrados Acuáticos Continentales como alternativa o complemento a los análisis fisicoquímicos del agua.	
	Uso la tabla periódica para determinar propiedades físicas y químicas de los elementos que analizo.		Explico los métodos microbiológicos de análisis de aguas.	
	Realizo cálculos cuantitativos en cambios químicos.			
	Identifico condiciones en el agua para la toma de muestras.			
	Caracterizo cambios químicos en condiciones de equilibrio.			

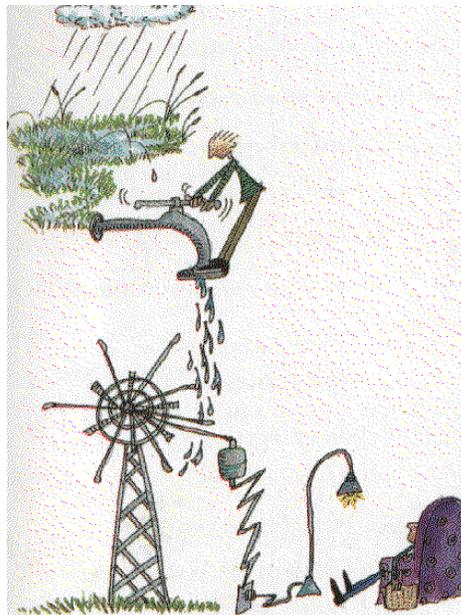
Relaciono la estructura del carbono con la formación de CO ₂ y carbonatos.		
Relaciono grupos funcionales con las propiedades físicas y químicas de las sustancias.		

COMPETENCIA

Estudiantes con criterios científicos capaces de realizar análisis sencillos de calidad de aguas a fuentes hídricas cercanas a su comunidad que le permitan diferenciar entre una fuente aparentemente limpia y otra contaminada.

4. CUARTO MODULO: SALVEMOS EL AGUA. SALVEMOS LA VIDA

Búsqueda de Soluciones



Fuente gráfica: ingenieria.udea.edu.co/.../gea/boletin3.htm

OBJETIVO GENERAL: Que los estudiantes conozcan e implementen soluciones simples que contribuyan a disminuir la problemática de contaminación y escasez del agua.

Con el continuo incremento de la población mundial y el aumento en el consumo de agua por persona, la demanda de agua dulce esta elevándose notablemente. Pero como se ha podido observar a lo largo de estos contenidos, los suministros de agua dulce son limitados y se cierne sobre ellos la amenaza de la contaminación, lo cual acerca al planeta cada día más a una situación crítica. Para evitar esta situación muchos países tienen un desafío de gobernabilidad en cuanto a que deben cambiar su política hacia acciones que permitan conservar agua, reducir la contaminación, regular el suministro y la demanda de la misma, proponer estrategias para disminuir la tasa de crecimiento de la población, entre otras cosas. Además de estas soluciones globales, es importante generar una conciencia colectiva hacia una preservación de este preciado recurso natural, lo que salvará al planeta de una catástrofe ocasionada por la ambición humana.

En esta sección de los contenidos se mencionarán algunas de las actividades que están en pro de la conservación del agua. Esto, con el fin de que el docente extraiga los elementos que considere más acordes para aplicar en su comunidad, en este caso, hacia los estudiantes, para así poder crear esa conciencia colectiva que ayudará al nacimiento de la “revolución azul” que permitirá, conservar, ordenar y restaurar los suministros de agua a nivel local, que en lo posible se extenderán a nivel nacional e internacional.

4.1 ACCIONES ENCAMINADAS A LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN⁴⁰

Objetivo: Propiciar la búsqueda de alternativas que permitan la reducción de la contaminación del recurso hídrico.

4.1.1 ¿Y en el campo como podemos tratar los desechos humanos?

El mal manejo de los desechos humanos tanto orgánicos como inorgánicos puede traer graves consecuencias para la flora, la fauna, el suelo y por supuesto el AGUA; contaminación de acuíferos, ríos y lagos. Por tal motivo es muy importante que apliquemos las tres R: Reducir, Reutilizar y Reciclar. En seguida se muestran algunas de las cosas que podemos hacer para minimizar la contaminación con residuos sólidos:

-  Podemos enterrar la basura orgánica (cáscaras de frutas, hojas, tallos etc.). Esta se descompone y es posible usarla en nuestros cultivos como abono orgánico de alta calidad nutricional.
-  Evitamos al máximo productos con empaques no biodegradables ya que al no poderse descomponer se convierten en contaminantes. Si lo hacemos, evitemos arrojarlos en el

⁴⁰ Fuente: CESTA. La problemática del agua, módulo 2. Programación de educación en agua. Centro salvadoreño de tecnología apropiada. El salvador. San Salvador: 2002

cualquier parte, para eso está el tarro de la basura y los sitios de disposición final de desechos.

- ✚ Una buena opción es reutilizar todos aquellos recipientes inorgánicos (tarros plásticos, latas, llantas, botellas) es usarlos para sembrar plantas.
- ✚ Las viviendas deben construirse alejadas de las fuentes de agua.
- ✚ Sistemas de sanitarios apropiados: las casas deben tener sanitarios o letrinas ubicados lejos de los cuerpos de agua y todos los miembros de la familia la deben usar.
- ✚ Hacer un buen tratamiento de las aguas servidas, en el caso de que no existan instalaciones de alcantarillado adecuadas, pueden ser buenas opciones.
- ✚ Usarlas para regadíos domiciliarios.
- ✚ Regar patios o calles polvorientas para contener el polvo, cuidando no afectar fuentes de agua cercana donde las aguas servidas pueden llegar por escorrentía.
- ✚ Mantener cerdos (en caso de que los tengan) en chiqueros para que no hagan charcos.
- ✚ Construir un pozo séptico sencillo o instalar los que vienen prefabricados en un solar de su casa y hacer confluír las aguas del lavadero de ropa, del lavaplatos y el baño en él.

4.1.2 ¿Y de los detergentes, como los podemos usar?

- ✚ Usar lo menos posible. En lo posible usar jabón azul. Recordemos que los detergentes disminuyen la tensión superficial del agua, por lo que tienen un efecto desoxigenador y contribuyen a la eutrofización debido a sus fosfatos que actúan como agentes reforzantes.⁴¹
- ✚ Usar los que no contengan fosfatos y de marcas conocidas ya que estas generalmente vienen con certificados de calidad.
- ✚ No bañarse ni lavar directamente en las fuentes de agua.

⁴¹ ROLDÁN, Gabriel. Fundamentos de limnología neotropical. Editorial universidad de Antioquia. Medellín: 1992.

4.1.3 ¿Y qué pasa con la agricultura?

- ✚ Implementar sistemas de siembra e irrigación apropiados con el fin de ahorrar el máximo de agua posible. (Ej. En terrenos con pendiente es buena idea cultivar en curvas “a nivel” lo que significa que todos los puntos que están en la curva se encuentran a la misma altura o elevación.
- ✚ Implementar agricultura orgánica (pesticidas y fertilizantes orgánicos) ya que como vimos en la sección de PROBLEMÁTICA los químicos son perjudiciales para el agua.

4.1.4 ¿Cómo se mitiga la contaminación industrial?

- ✚ Evitar el consumo de productos industriales, en lo posible utilizar productos artesanales, ya que su gran mayoría son biodegradables por estar hechos de material orgánico.
- ✚ El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial así como las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR's) y el Sistema Nacional de Parques Naturales Nacionales (U.A.S.P.N.N) tienen la obligación de actuar como órganos de gestión y control para todos los procesos industriales que se lleven a cabo en sus territorios, ejerciendo siempre acciones en contra de cualquier proceso que rompa con el equilibrio ambiental.
- ✚ Todas las industrias deben poseer Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), de lo contrario estarán incurriendo en delitos ambientales, que tienen consecuencias legales según las disposiciones gubernamentales de cada región.
- ✚ Con la ayuda de líderes comunitarios y con la comunidad en general presionar ante el gobierno local y nacional para la creación de leyes que mitiguen regulen la contaminación industrial.

4.1.5 ¿Cómo podemos evitar la erosión de suelos?

- ✚ Implementar sistemas de Reforestación en zonas que hallan sido taladas o modificadas de su estado natural. (para mayores detalles ver 4.3 Sistemas de reforestación).
- ✚ Es una obligación individual y comunitaria el vigilar que el pastoreo no se haga en las partes altas de las microcuencas, ya que la erosión de los suelos y por ende la alta sedimentación que de esta se produce afectarían la fuente hídrica en la totalidad de su estructura; el pastoreo debe realizarse en la parte baja de las microcuencas.

- ✚ Sistemas silvopastoriles: la agricultura a pequeña y gran escala debe estar acompañada de sistemas de árboles que además de brindarle sostén al suelo y evitar su erosión, protege a los cultivos de los fuertes vientos.
- ✚ Es una obligación individual y colectiva, además de ser una norma ética que todo ser humano debe cumplir, prevenir la quema y la tala forestal. Los árboles son seres vivientes y aportan mucho más a nuestro planeta Tierra que un puñado de humanos juntos. Recordemos que antes de llegar nosotros a la Tierra, ellos nos llevaban millones de años de ventaja de estar en ella.

4.2 ALTERNATIVAS PARA EVITAR LA ESCASEZ DE AGUA

Objetivo: Exploración de alternativas de solución diferentes a las convencionales a favor de la conservación del recurso hídrico.

El hecho de que en tu casa, en tu barrio o en tu ciudad abunde el agua y no haya ningún problema con el servicio de acueducto no significa que en toda Colombia sea igual. Existen lugares muy secos como la región del Patía en el Departamento del Cauca, algunas regiones en el Departamento de la Guajira y el Departamento del Huila por no mencionar otros donde la escasez de agua es el pan de cada día. Es decir, que mientras una parte de la población desperdicia agua, la otra parte la necesita para sobrevivir. Es de vital importancia entonces ahorrar agua, ¿cómo? Utilizando solamente la que se necesita y dándonos cuenta que el agua no es solo un servicio, sino un derecho y como tal debemos valorarlo y respetarlo. Además al respetar el agua y economizarla ganamos todos:

- Gana el bolsillo de la familia porque el costo del recibo del agua se disminuye.
- Gana la población por que el agua alcanza para todos.
- Gana la naturaleza, porque no agotamos sus fuentes de agua.



El agua que utilizas diariamente solo en entrar al baño, le serviría a este niño para llenar cuatro recipientes como el que carga y aún quedaría sobrando. Mientras tú la obtienes del acueducto sin moverte de tu casa, él camina 20 Km. diarios para obtenerla, date cuenta entonces que toda el agua que desperdicias en tu casa en todas tus actividades alguna otra persona en el mundo la está necesitando.

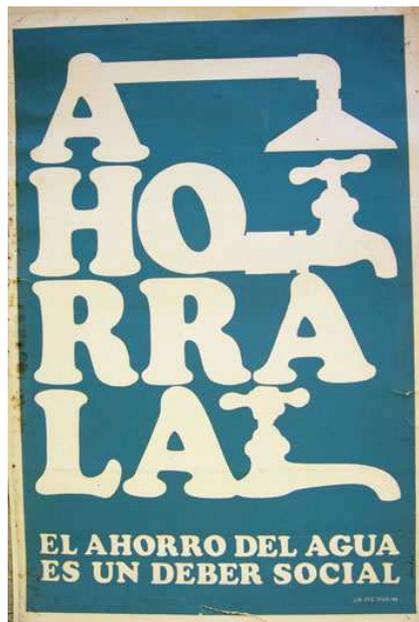
Fuente fotográfica: www.cosmologico.net

¿Qué hacer para ahorrar agua?

Lo más importante es hacer uso racional en nuestros hogares, escuela y comunidades.

- ✚ Revisar que no existan fugas en los grifos y tuberías, en caso de haber reparar el daño.
- ✚ Reducir el uso al bañarse y cepillarse los dientes. En el primer caso cerrar la llave del agua mientras nos jabonamos, en el segundo caso cerrar la llave del agua mientras nos cepillamos.
- ✚ Instalar grifos ahorradores de agua.
- ✚ En el lavaplatos, cerrar la llave del agua mientras jabonamos los platos.
- ✚ Regar las plantas del jardín o del patio temprano en el día y en los días que no hay mucho viento para así evitar las pérdidas por evaporación.
- ✚ En un recipiente grande, captar aguas lluvias de los techos. Esta agua servirá posteriormente para regar las plantas o para alguna otra actividad que requiera agua en nuestro hogar.

- ✚ El agua con jabón resultante del lavado de ropa puede acumularse en un recipiente grande y posteriormente usarse para un quehacer de la casa como lavar el patio.
- ✚ No usar el agua para limpiar pisos pavimentados, preferiblemente utilizar la escoba.
- ✚ En nuestro barrio, comuna y/o ciudad, conformar grupos encargados de monitorear, proteger y restaurar los cuerpos de agua.



El ahorro del agua no solo es un deber social sino que también es individual, cada persona desde su hogar debe comprometerse a ahorrar agua, a no contaminar su entorno y a compartir estas ideas con su familia, sus vecinos, su barrio etc., recordemos que la base de la sociedad es la familia.

Fuente fotográfica: www.cubanartspace.net/exhibitions/holiday06/P...

4.3 SISTEMAS DE REFORESTACIÓN

Objetivo: Conocer los diferentes sistemas de conservación de áreas y ecosistemas estratégicos que tienen directa relación con la producción del recurso hídrico.

Ya conocimos en la primera unidad la importancia que tienen los bosques sobre el agua ahora conozcamos un poco sobre la deforestación y lo que podemos hacer para detenerla y regenerar nuestros bosques.



En cuencas hidrográficas, la deforestación hace que exista mayor arrastre de materiales sólidos, lo cual causa salinización de suelos y aguas, acumulación de materiales, lo que obstaculiza la circulación de las corrientes hídricas disminuyendo su calidad, además de causar problemas de infertilidad en el suelo.

Fuente fotográfica: www.amazonia.bo/imagenes/chaqueo.jpg

- ✚ La reforestación es implementada en donde la cobertura de árboles ha sido reducida por condiciones climáticas o actividades humanas.
- ✚ La regeneración de la cobertura arbórea induce el mejoramiento de la estructura, la fertilidad y la protección de los suelos y aumenta la disponibilidad de forraje durante la estación seca.

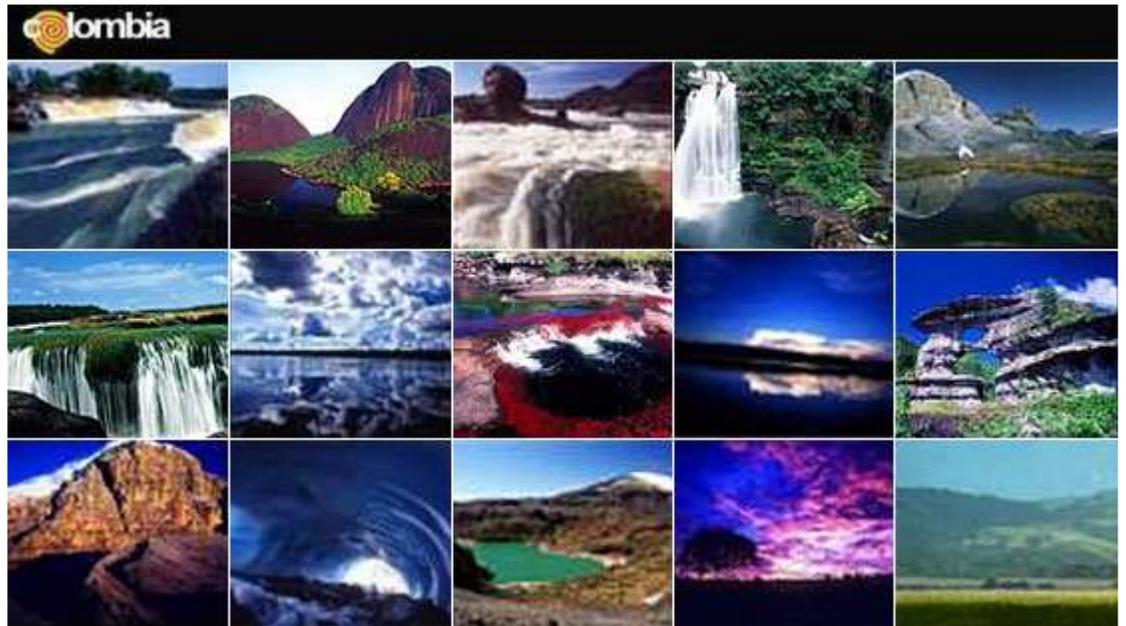
Ahora que ya conocemos la función que cumple el bosque en relación con el agua y teniendo en cuenta que la deforestación ocasiona no solo problemas al medio ambiente sino a la sociedad humana, esta última tiene la obligación de reforestar para su buen porvenir. Esta es llevada a cabo donde la cobertura de árboles ha sido reducida por condiciones climáticas o por actividades humanas. La restauración del bosque estimula el mejoramiento de la estructura, fertilidad y protección de los suelos y aumenta la disponibilidad de forraje durante la estación seca, además de que genera los beneficios que observamos previamente.

Para un proceso de reforestación, se requieren una serie de técnicas entre las que se encuentran:

- ✚ La utilización de especies nativas preferentemente a las exóticas para reforestar. La plantación (uso de plántulas) y la siembra directa (uso de semillas) son muy comunes.
- ✚ La plantación de especies nativas o exóticas requiere comúnmente de viveros de árboles en donde se utilizan diferentes técnicas para mejorar los resultados de la plantación. Los costos son bastante altos, aunque podrían financiarse con proyectos para zonas con una alta necesidad de reforestación, los cuales pueden ser formulados a entidades oficiales o privadas, ya sean de carácter local, nacional o internacional encargadas de velar por el bienestar medioambiental.
- ✚ La siembra directa es una alternativa de bajo costo pero tiene su probabilidad de éxito es baja. Requiere semillas de buena calidad, pretratamiento de las mismas y ser sembradas en zonas con baja presión antrópica y animal.
- ✚ La propagación vegetativa (por estacas) es una técnica de bajo costo que necesita un mínimo control en el terreno para ser orientada y estimulada.
- ✚ Otras técnicas que existen son: la regeneración asistida, la protección de islas arboladas para la producción y diseminación de semillas, o la protección temporal de la tierra contra herbívoros.

Para reforestar se pueden aplicar diversos formatos, para mayor información ver (Guía Técnica para el Establecimiento y Manejo de Coberturas Vegetales http://www.accionambiental.org/secciones/ambiente/download/guia_tecnica.pdf):

- ✚ Lotes o parcelas de reforestación: de varias formas y superficies.
- ✚ Cercas vivas: plantación contigua a límites de campos o pasturas.
- ✚ Rompe-vientos y árboles de sombra.



Fuente fotográfica: www.mynovus.com/destino.htm



Fuente fotográfica: www.fcmcolombia.org.co/sitio/index.php?option...

Es de vital importancia entonces ahorrar agua, ¿cómo? Utilizando solamente la que se necesita y dándonos cuenta que el agua no es solo un servicio, sino un derecho y como tal debemos valorarlo y respetarlo. Además al respetar el agua y economizarla ganamos todos.

4.4 TIEMPO DE PENSAR Y ACTUAR

Objetivo: Proponer al estudiante la realización de diferentes actividades en el esquema de experimentación que conlleven al mejoramiento de las propiedades físico químicas del agua.

ACTIVIDAD #1: EXPERIMENTOS DE POTABILIZACION DEL AGUA⁴²

A continuación se sugieren dos experimentos de potabilización del agua muy sencillos de hacer. El docente puede escoger alguno de los dos, ya sea para realizarlo en clase con los estudiantes o como un trabajo que deban hacer los estudiantes en grupos (sugerido 2-3 personas).

Una vez realizado el filtro los estudiantes deberán proponer en que tipo de situaciones lo utilizarían. Los preguntas ejes de esta proposición son: ¿Es necesario en la ciudad?, ¿En que lugar es necesario?, ¿A qué tipo de gente?, ¿Cuándo y como se puede utilizar?, ¿Es este filtro útil para solucionar problemas de sanidad?

CÓMO CONSTRUIR UN FILTRO

MATERIALES

1 Maceta de tamaño mediano
1 Bolsa de algodón
1 Vaso de vidrio transparente
Arena
Carbón vegetal

PROCEDIMIENTO

Para obtener un filtro que pueda servir para numerosos usos, bastará tomar una maceta, colocar en el fondo una pelotita de algodón hidrófilo y recubrir con una capa de arena de unos 10 cm. de espesor.

En un plato con agua echar un poco de tierra para enturbiarla. Verter esta agua en el filtro; recoger en un vaso de vidrio la que sale. Tratar de perfeccionar este filtro colocando alternativamente varias capas de arena y de polvo de carbón vegetal. Un filtro así conviene para clarificar el agua; después de hacerla hervir, será potable.

⁴² Fuente: UNESCO. Manual de la UNESCO para la enseñanza de las ciencias. Segunda edición, edición en español, editorial sudamericana. Buenos Aires: 1961

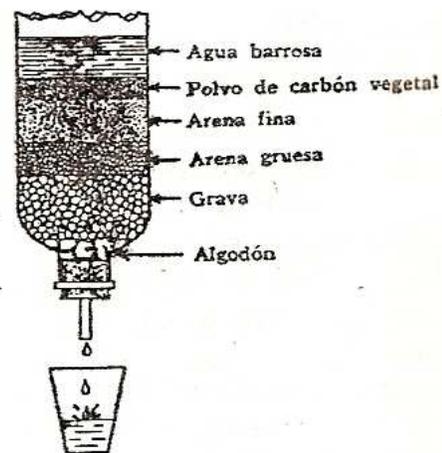
CÓMO CONSTRUIR UN FILTRO PRÁCTICO⁴³

MATERIALES

1 Botella de gaseosa plástica
1 Tapón plástico
1 Tubo de vidrio o manguera plástica de 5 cm.
1 Bolsa de algodón
1 Vaso de vidrio transparente
Grava
Arena gruesa
Arena fina
Carbón vegetal

PROCEDIMIENTO

En la boca de una botella plástica a la cual se le ha quitado la base, ajustar un tapón atravesado por un pequeño tubo de vidrio o de plástico en su defecto. Poner en el fondo un poco de algodón, después una capa de grava limpia. Lavar con cuidado un poco de arena gruesa y recubrir la grava. Hacer lo mismo con arena fina y disponer una capa más espesa. Pulverizar un poco de carbón vegetal, humedecerlo para hacer una pasta que se extenderá y nivelará sobre la arena. Tomar un poco de agua muy barrosa y verterla por el filtro. Recoger el filtrado en un vaso limpio colocado bajo el filtro.

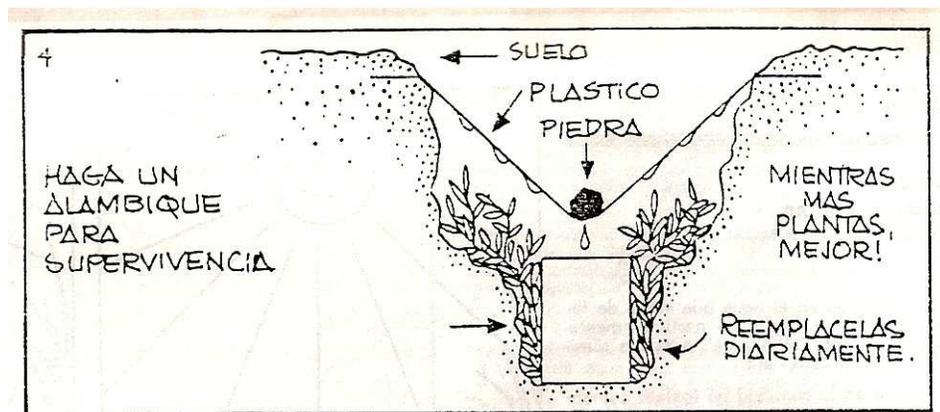


⁴³ Fuente: UNESCO. Manual de la UNESCO para la enseñanza de las ciencias. Segunda edición, edición en español, editorial sudamericana. Buenos Aires: 1961

ACTIVIDAD #2: DEMUESTRA COMO LA TRANSPIRACION PUEDE SALVAR TU VIDA⁴⁴

Si te encuentras en una situación de emergencia sin agua para beber una pequeña lámina de plástico podría ser la solución a tu problema. Estudia la imagen e inténtalo en tu casa.

1. Abra un agujero de unos 75 cm. de diámetro y 45 cm. de profundidad.+
2. En el centro del agujero coloque cualquier recipiente.
3. Rodee el recipiente de ramas con hojas en abundancia.
4. Coloque la lámina de plástico, que debe tener por lo menos 1 m²,
5. Ponga una pequeña piedra en el centro de la lámina, de modo que el plástico se hunda hacia el recipiente.



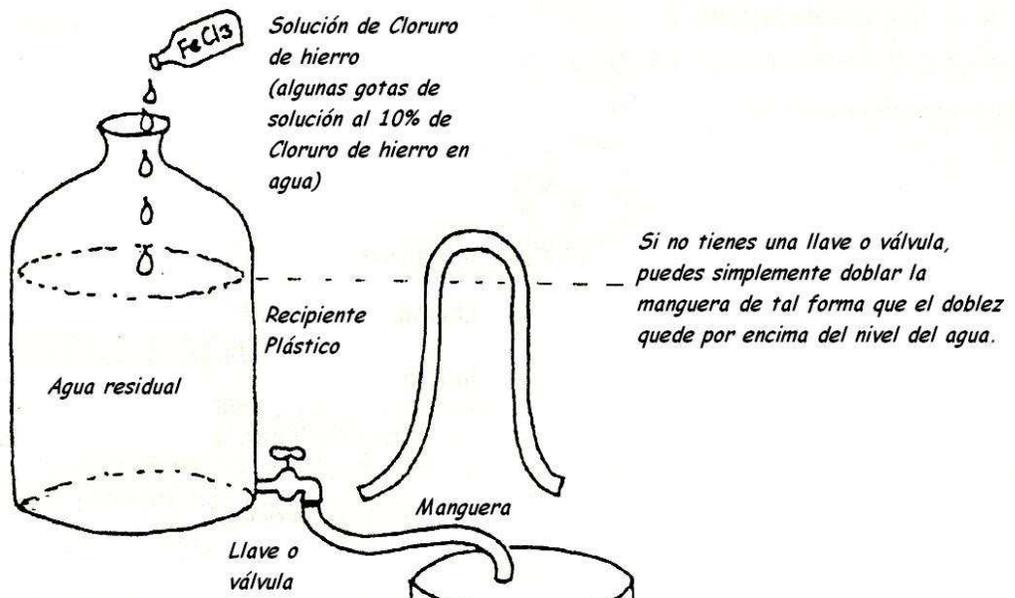
COMO FUNCIONA: El suelo y el material vegetal en el agujero desprenden vapor de agua, a este proceso se le llama transpiración. La humedad en el aire bajo la lámina de plástico se condensa en la parte inferior de la lámina plástica. Estas gotas de agua que se forman caen al interior del recipiente. (Nota: es muy importante que cuando no necesitemos más el agujero lo volvamos a llenar con tierra).

⁴⁴ Fuente: WWF. Help to save the World Programme, resource material on conservation. World Wide Fund for Nature. 1986

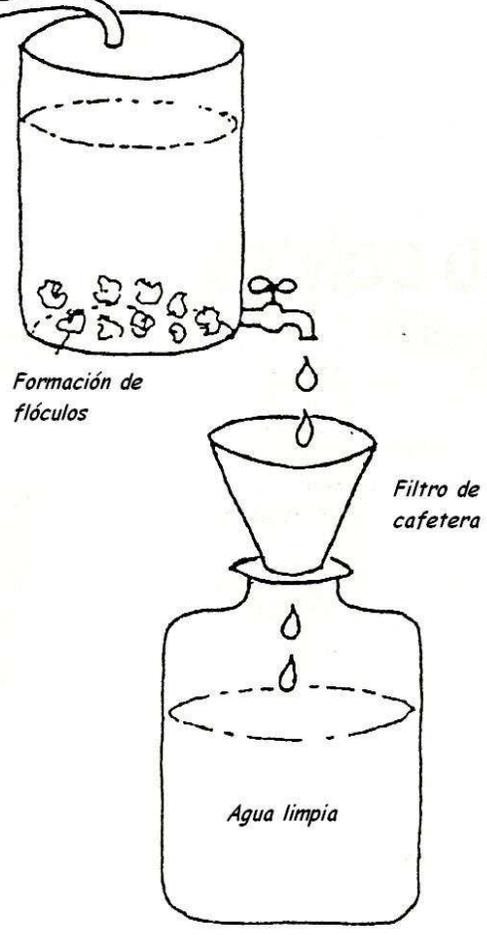
ACTIVIDAD #3: CONSTRUYE TU PROPIA PLANTA DE TRATAMIENTO⁴⁵

1. ¿Consulta qué es y como funciona una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)?
2. ¿En que casos es necesaria la implementación de una PTAR?
3. En tu lugar de estudio o trabajo, construye una planta de tratamiento como la que se muestra a continuación (ver esquema en página siguiente).

⁴⁵ Fuente: WWF. Help to save the World Programme, resource material on conservation. World Wide Fund for Nature. 1986



Llena el contenedor plástico con agua residual "hecha en casa" (puede ser agua mezclada con yogurt). Agrega alumbre (que lo puedes conseguir en una tienda agropecuaria o una farmacia). Revuelve o menea suavemente cerca de 5 minutos. Abre la llave o la válvula y deja que el agua corra por la manguera hacia el segundo contenedor. Déjala reposar por 20 minutos. Entonces pon el agua en el filtro de café que está en el tercer contenedor.



¿Y QUE HAY DE TU COMUNIDAD?

Visita la planta de tratamiento de aguas residuales en tu localidad y encuentra las respuestas a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué tan limpia es el agua cuando deja la planta?

2. La planta recibió:

Tratamiento mecánico Sí_ No_

Tratamiento biológico Sí_ No_

Tratamiento químico Sí_ No_

Tratamiento adicional Sí_ No_

3. ¿En donde se deposita el agua tratada?

4. ¿Qué pasa con los sedimentos que permanecen después del proceso de purificación?

5. ¿Qué método se utilizó para el tratamiento biológico? (En caso de que lo hubiera).

6. ¿Existen caseríos o industrias en tu comunidad que no estén conectadas a la planta?
¿Dónde se depositan sus aguas residuales?

4.5 ESTANDARES BASICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES Y EN CIENCIAS SOCIALES.

CUARTO MODULO: SALVEMOS EL AGUA, SALVEMOS LA VIDA			
Estándares básicos de competencias en ciencias naturales			
Explico la diversidad biológica como consecuencia de cambios ambientales, genéticos y de relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas.	Relaciono la estructura de las moléculas orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico.	Utilizo modelos biológicos, físicos y químicos para explicar la transformación y conservación de la energía.	Identifico aplicaciones de diferentes modelos biológicos, químicos y físicos en procesos industriales y en el desarrollo tecnológico; analizo críticamente las implicaciones de sus usos.
Entorno vivo	Entorno físico	Ciencia, Tecnología y Sociedad	Otros logros
Procesos biológicos	Procesos químicos		
Argumento la importancia de la conservación de los ecosistemas acuáticos y su estructura algal y de flora fundamentales en los procesos de fotosíntesis y producción de oxígeno para los organismos aerobios.	Explico los cambios químicos que sufren los contaminantes del agua al ser esta tratada con PTAR.	Explico aplicaciones tecnológicas en los procesos de PTAR y potabilización de agua del modelo de mecánica de fluidos.	Reconozco las PTAR como modelo químico y físico de gran importancia en el tratamiento de aguas residuales en mi sociedad.
Reconozco la importancia de los ciclos del agua y de los elementos.	Verifico el efecto de presión y temperatura en los cambios químicos ocurridos en el agua durante el proceso de potabilización.	Analizo el potencial de los recursos hídricos en la obtención de energía eléctrica cuando se implemente un sistema de producción sostenible.	Implemento soluciones simples a la problemática del agua desde mi hogar.
Explico la relación entre bosques y agua en los procesos de reforestación.		Establezco relaciones entre el deporte, el agua y la salud física y mental.	Explico acciones encaminadas a disminuir la contaminación en mi hogar y en mi comunidad.
		Explico posibles soluciones a los cambios químicos en el agua producto de los residuos de las aguas de riego y lavado público, las aguas domésticas, las aguas fecales, las aguas procedentes de la industria agraria o agrícola.	Aplico tratamiento de agua para potabilización por medio de un experimento sencillo.
		Identifico tecnologías desarrolladas en Colombia de sistemas de potabilización de agua y PTAR.	
COMPETENCIA			
Estudiantes capaces de implementar soluciones simples a la problemática de contaminación y escasez de agua, de proponer soluciones a mediana escala en su comunidad, comprometidos con el desarrollo ambiental, social y económico de su región.			

CUARTO MODULO: SALVEMOS EL AGUA, SALVEMOS LA VIDA	
Estándares básicos de competencias en ciencias sociales	
Identifico y tomo posición frente a las principales causas y consecuencias políticas, económicas, sociales y ambientales de la aplicación de las diferentes teorías y modelos económicos en el siglo XX y formulo hipótesis que me permitan explicar la situación de Colombia en este contexto.	Comprendo que el ejercicio político es el resultado de esfuerzos por resolver conflictos y tensiones que surgen en las relaciones de poder entre los Estados y en el interior de ellos mismos.
Relaciones espaciales y ambientales	Relaciones ético-políticas
Analizo el impacto ambiental de los nuevos modelos económicos en Colombia y América latina.	Identifico causas y consecuencias ambientales de los procesos de desplazamiento forzado de poblaciones y reconozco los derechos que protegen a estas personas, a partir de los cuales propongo soluciones.
Explico, evalúo y reflexiono sobre el impacto del desarrollo industrial y tecnológico sobre el medio ambiente y el ser humano.	Identifico a las organizaciones internacionales que surgieron a lo largo del siglo XX (ONU, OEA, PNUMA, OMS, OPS...) y evalúo el impacto de su gestión en el ámbito nacional e internacional.
Explico posibles soluciones para mitigar los factores que ponen en riesgo el derecho del ser humano a una alimentación sana, agua potable y suficientes (usos de la tierra, desertización, transgénicos...).	Identifico las funciones ambientales que cumplen las oficinas de vigilancia y control del estado (Ministerio del Medio Ambiente, CARs).
Identifico las nuevas políticas ambientales que han dado origen a las nuevas formas de organización de la economía mundial (bloques económicos, tratados de libre comercio, áreas de libre comercio...) y su impacto sobre los recursos naturales.	Identifico mecanismos e instituciones que protegen los derechos fundamentales de los ciudadanos y las ciudadanas.
Analizo las consecuencias político-ambientales de estas nuevas formas de organización.	
Identifico, analizo y propongo soluciones a las consecuencias económicas, sociales, ambientales, económicas, políticas y culturales de los procesos de concentración de la población en los centros urbanos, extensión de los mismos y abandono del campo.	
COMPETENCIA	
Estudiantes preparados para participar en asuntos de gestión para atender los requerimientos sociales y económicos en términos de cantidad, calidad y distribución espacial y temporal del agua.	

5. QUINTO MODULO: ¿LEGAL O ILEGAL? NORMATIVIDAD



Fuente: www.sistemasphoenix.com.mx/biologia%20sp.htm

OBJETIVO GENERAL: Conocer la existencia de las principales leyes relacionadas con el recurso agua en nuestro país y a donde acudir en caso de necesitarlas.

5.1 LEGISLACIÓN SOBRE USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL RECURSO AGUA.

Objetivo: Conocer la legislación referente al uso, manejo y conservación del recurso hídrico.

Según la ONU en el mundo existen más de 3.800 declaraciones unilaterales, bilaterales o multilaterales, o convenciones relativas a los recursos hídricos: 286 son tratados, de los cuales 61 se refieren a más de 200 cuencas internacionales⁴⁶. Colombia por su parte, cuenta en su constitución política de 1.991 y en legislación posterior con múltiples decretos y resoluciones relacionadas con la normatividad del agua potable, saneamiento básico y ambiental en aspectos relacionados con el aseo, recursos hidrobiológicos continentales, servicios públicos domiciliarios, información y seguimiento sectorial, modernización empresarial, residuos sólidos, recurso hídrico entre otros; todos encaminados a hacer un buen uso, distribución y conservación del recurso. Así mismo, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR's) de cada departamento cuentan con sus propios reglamentos dirigidos a entidades y particulares que buscan beneficios y responsabilidades compartidas para toda la comunidad en cuanto al desarrollo normal de las actividades que involucran al recurso hídrico.

Puesto que el objetivo de esta unidad es dar a conocer las leyes que involucran al recurso agua en nuestro país, simplemente se nombrarán las más importantes para que el público conozca cuales pueden ser referenciadas en caso de presentarse una problemática ambiental en su comunidad o región. Dado este caso, el procedimiento más adecuado a efectuar es que el ciudadano o la comunidad afectada por el problema ambiental primero acudan hacia la CAR de su departamento y coloque la denuncia correspondiente. En la corporación un encargado le orientará sobre los pasos que debe seguir para la solución de su problema ambiental. Dada la situación de que su solicitud fuese ignorada, el ciudadano o la comunidad perjudicados con la ayuda de un abogado deben interponer los recursos legales vigentes referentes al problema ambiental que los afecta ante una autoridad ambiental superior a la CAR. Algunas de las leyes y decretos vigentes en la República de Colombia referentes a los recursos hídricos son los siguientes:

Decreto 2811 del 18 de Diciembre de 1974

Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. En este decreto encontramos legislación referente al uso y manejo de los recursos hidrobiológicos continentales en el Libro Segundo, de la Propiedad, Uso e

⁴⁶ ONU. El agua una responsabilidad compartida, 2° informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. Programa mundial de evaluación de los recursos hídricos, UN-WATER/WWAP/2006/3

Influencia Ambiental de los Recursos Naturales Renovables; Parte III, De las aguas no marítimas.

Artículo 77. Las disposiciones de esta parte regulan el aprovechamiento de las aguas no marítimas en todos sus estados y formas, como:

- a) Las meteóricas, es decir las que están en la atmósfera;
- b) Las provenientes de lluvia natural o artificial;
- c) Las corrientes superficiales que vayan por cauces naturales o artificiales;
- d) Las de los lagos, ciénagas, lagunas y embalses de formación natural o artificial;
- e) Las edáficas;
- f) Las subterráneas;
- g) Las subálveas;
- h) Las de los nevados y glaciares;
- i) Las ya utilizadas, servidas o negras.

Ley 1449 de 1977

Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley número 135 de 1961 y el Decreto-Ley número 2811 de 1974.

Este decreto-ley establece las normas que deben seguir los propietarios de predios rurales en relación con:

La conservación, protección y aprovechamiento de las aguas (Artículo 2).

La protección y conservación de los bosques.

Cobertura forestal: Los propietarios de predios de más de 50 hectáreas deberán mantener en cobertura forestal por lo menos un 10% de su extensión, porcentaje que podrá variar el Inderena cuando lo considere conveniente.

Terrenos baldíos: En terrenos baldíos adjudicados mayores de 50 hectáreas el propietario deberá mantener una proporción de 20% de la extensión del terreno en cobertura forestal. Para establecer el cumplimiento de esta obligación se tendrán en cuenta las mismas áreas previstas en el artículo anterior.

La protección y conservación de la fauna terrestre y acuática.

La protección y conservación de los suelos.

Decreto 1541 de 1978: Ley del Agua

Por el cual se establecen medidas para orientar la planificación y administración del recurso hídrico en el territorio nacional. Lo cual se refiere a el dominio de las aguas, cauces y riberas, los modos de adquirir derecho al uso de las aguas, la explotación y ocupación de playas, cauces y lechos, reglamentación del uso de las aguas y declaración de reservas y agotamiento; se establece un régimen de aguas especiales: lluvias y subterránea, aguas

minerales y termales, cauces limítrofes, obras Hidráulicas, preservación y conservación de las aguas. Esta ley está sujeta a las prioridades, con el fin de **asegurar el desarrollo humano, económico y social**, con arreglo al interés general de la comunidad.

Ley 1594 de 1984

Es un decreto reglamentario del Código Sanitario (Ley 9ª de 1979) y del Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Decreto-ley 2811 de 1974) en lo que respecta a los usos del agua y residuos líquidos.

Decreto 901 Abril 1 de 1997

Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de éstas.

Ley 373 del 6 de Junio De 1997

Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

Normas RAS 2000

Estas normas se refieren al reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. El objetivo de estas está dirigido al desarrollo de estudios y diseño de todos los componentes de un sistema de potabilización del agua, en sus etapas de conceptualización, diseño, puesta en marcha, operación y mantenimiento que se desarrolle en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado.

Ley 1667 de 2002

Por el cual se designan unos humedales para ser incluidos en la lista de Humedales de Importancia Internacional, en cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 357 de 1997. Estos humedales son: el Delta del Río San Juan y el Delta del Río Baudó.

En el Artículo 2º se establece el manejo de estos humedales de Importancia Internacional que según el artículo se regirá de acuerdo a los lineamientos y directrices emanados por la Convención Ramsar, la Política Nacional de Humedales Interiores, Política para el Manejo Integrado de las Zonas Costeras, así como por la normatividad que expida el Ministerio del Medio Ambiente para estas áreas.

Decreto 155 de 2004

Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones.

En el Artículo 1° se establece el Objeto del decreto el cual reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 en lo relativo a las tasas por utilización de aguas superficiales, las cuales incluyen las aguas estuarinas, y las aguas subterráneas, incluyendo dentro de estas los acuíferos litorales. No son objeto de cobro del presente decreto las aguas marítimas.

5.2 TIEMPO DE PENSAR Y ACTUAR

Objetivo: Propiciar que el estudiante conozca como se elabora una denuncia y ante quien debe hacer exigir el cumplimiento y aplicación de las normas en defensa del recurso hídrico.

ACTIVIDAD: EL DEMANDANTE

Dirígete al informe que elaboraste de la ACTIVIDAD #1: VISITEMOS EL AGUA CONTAMINADA perteneciente al módulo 2 ¿ES VERDAD QUE EL AGUA SE AGOTA? Con la ayuda de tu profesor de Democracia analiza la situación y establece cuál o cuáles de las normas que acabamos de aprender está siendo vulnerada. De acuerdo a eso elabora una denuncia en la que especifiques que artículos de la norma están siendo violados y quienes son los autores, reflexiona sobre la persona o corporación a quien puedes interponer tu denuncia.

5.3 ESTANDARES BASICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS SOCIALES.

QUINTO MODULO: ¿LEGAL O ILEGAL?	
Estándares básicos de competencias en ciencias sociales	
Identifico y tomo posición frente a las principales causas y consecuencias políticas, económicas, sociales y ambientales de la aplicación de las diferentes teorías y modelos económicos en el siglo XX y formulo hipótesis que me permitan explicar la situación de Colombia en este contexto.	Comprendo que el ejercicio político es el resultado de esfuerzos por resolver conflictos y tensiones que surgen en las relaciones de poder entre los Estados y en el interior de ellos mismos.
Relaciones espaciales y ambientales	Relaciones ético-políticas
Explico y evalúo las normas que rigen el impacto del desarrollo industrial y tecnológico sobre el medio ambiente y el ser humano.	Identifico las funciones ambientales que cumplen las oficinas de vigilancia y control del estado (Ministerio del Medio Ambiente, CARs).
Analizo las normas constitucionales que controlan los factores que ponen en riesgo el derecho del ser humano a una alimentación sana, agua potable y suficientes (usos de la tierra, desertización, transgénicos...).	Identifico mecanismos e instituciones que protegen los derechos fundamentales de los ciudadanos y las ciudadanas.
Identifico las nuevas políticas y legislaciones ambientales que dan origen a las nuevas formas de organización de la economía mundial (bloques económicos, tratados de libre comercio, áreas de libre comercio...) y su impacto sobre los recursos naturales.	
Identifico y analizo las normas sobre ocupación de los recursos naturales y fuentes hídricas que rigen los procesos de concentración de la población en los centros urbanos, extensión de los mismos y abandono del campo.	
COMPETENCIA	
Estudiantes con elementos jurídicos que identifiquen situaciones que vulneren los derechos ambientales sobre el recurso agua, sepan que recursos interponer y ante quien hacerlo.	

6. BIBLIOGRAFIA

ADDLEY, E., Consumo de agua de los turistas en el mundo. Guardian Unlimited. Mayo 12, 2001

ALBACETE, José. Algunas soluciones sobre la problemática del agua. www.ahorraragua.com. Febrero de 2007

AMEZCUA, Rosa. Cruzada nacional por los bosques y el agua. Programa para detener y revertir la contaminación de los sistemas que sostienen la vida (aire, agua y suelos) para el desarrollo. 2006

BOTTA, Ricardo. Análisis de agua. Guía practica para el análisis químico. www.monografias.com. 2007

BOWDEN, R. Suministro de agua: Nuestro impacto en el Planeta, Hodden Wayland. 2002

CARPI, Anthony. Propiedades del agua. Visionlearning Vol. CHE-2 (1s), 2003. http://www.visionlearning.com/library/module_viewer.php?mid=57&l=s

CDCC. Guía Kit para Análisis del Agua. Intercambio de proyectos de investigación y desarrollo en las ciencias experimentales. Universidade de São Paulo - CDCC - São Carlos /Instituto de Estudos Avançados, Universidad de Córdoba - Facultad de Matemática, Astronomía e Física. 2006

CECOTED. Conocimiento del medio, el ambiente y su protección. SEP, Julio de 2002

CESTA. La problemática del agua, módulo 2. Programación de educación en agua. Centro salvadoreño de tecnología apropiada. El salvador. San Salvador: 2002

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guía técnica para el establecimiento y manejo de coberturas vegetales. Alianza fondo para la acción ambiental corporaciones autónomas regionales, aplicable a propuestas de reforestación protectora de microcuencas abastecedoras de agua. 2003

COLOMBIA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Guía para la implementación del reuso del agua en Colombia. 2003

CONGRESO NACIONAL DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA (1974) Decreto 2811 del 18 de Diciembre de 1974

CONGRESO NACIONAL DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA (1977) Ley 1449 de 1977

CONGRESO NACIONAL DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA (1978) Decreto 1541 de 1978

CONGRESO NACIONAL DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA (1984) Ley 1594 de 1984

CONGRESO NACIONAL DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA (1997) Decreto 901 Abril 1 de 1997

CONGRESO NACIONAL DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA (1997) Ley 373 del 6 de Junio De 1997

CONGRESO NACIONAL DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA (2000) Normas RAS 2000

CONGRESO NACIONAL DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA (2002) Ley 1667 de 2002

CONGRESO NACIONAL DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA (2004) Decreto 155 de 2004

CONTAMINACION DEL agua. Contaminación del agua. Libro electrónico: ciencias de la tierra y el medio ambiente, 2006
<http://www.ecoeduca.cl/portal/enlaces/default.asp?a=29&idcategoria=42&pla=amb.xsl&num=25#com>

CORDERO, Doris. Procuencas, protección y recuperación de microcuencas para el abastecimiento de agua potable en la provincia de Heredia, Costa Rica. Quito: 2003

CORPOCALDAS. La Carta del Agua No 1, Cartilla del Agua. Manizales: Junio 21 de 1998

CORPOCALDAS. La Carta del Agua No 2, Cartilla del Agua. Manizales: Junio 21 de 1998

CORPOCALDAS. La Carta del Agua No 3, Cartilla del Agua. Manizales: Junio 21 de 1998

CORPOCALDAS. Serie: Cartillas de Educación Ambiental, núcleo temático: Agua. Manizales: 1998

CURTIS, Helena *et al.* Biología. Sexta edición en español, editorial médica panamericana. Cali, Colombia. 2003

DOMINGUEZ, Efraín. El estudio nacional del agua un compendio sobre el recurso hídrico en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Grupo de Investigación en Hidrología. Bogotá D.C.: 2005

EL CICLO del Agua. <http://www.explora.cl/otros/agua/ciclo2.html>

ENFERMEDADES TRANSMITIDAS por el agua. Population Information Program, Center for Communication Programs, The Johns Hopkins School of Public Health, Baltimore, Maryland, USA. Volumen XXVI, Número 1, Septiembre de 1998

ERCILO, Francisco *et al.* Desafíos del derecho humano al agua en Perú. Alternativa, centro de investigación social y educación popular; CEDAL, Centro de asesoría laboral del Perú. Lima: 2005

FUNDECIMA. Guía metodológica para denuncias sobre situaciones que afectan el medio ambiente y los recursos naturales en las diferentes regiones del Departamento del Cauca. Fundación del comité de Integración del Macizo Colombiano. 2003

GAVIRIA, Yolanda. Educación Ambiental sobre el agua con las madres usuarias del programa FAMI del barrio Plateado, Popayán: 2003. Licenciatura en Etnoeducación. Centro de Educación Abierta y a Distancia. Universidad del Cauca

IFPRI., Perspectiva global del agua hasta el 2025: Advirtiendo la crisis inminente. <http://www.ifpri.org/pubs/fprwater2025.pdf>. 2005

JOVENES SE levantaron contra la Privatización del Agua, contra la Pobreza y la Desigualdad. Colombia sin Pobreza. 2006

JPIC. El agua para la vida, en defensa de nuestra hermana agua. Roma, Italia. Junio de 2003

LATINO AMÉRICA Press, No 7, feb 28, 2000

LOPEZ, Alejandro. Parámetros y propiedades biológicas del agua. Universidad de la Guajira, Colombia www.monografias.com. 2006

MARCANO, J. El ciclo del agua. Educación Ambiental, elementos de ecología. <http://www.jmarcano.com/nociones/ciclo1.html>. 2006

MARIN, Rodrigo. Colombia: Potencia hídrica. Subdirección de hidrología, IDEAM. Julio 15 de 2003

MEXICO, SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. Bosques, agua, suelo. Cruzada nacional por los bosques y agua. www.sermarnat.gob.mx. México DF., 2006

ONU. Water for people, water for life, executive summary of the UN world, water development report. First published by the United Nations. Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, France. © UNESCO-WWAP, 2003

ONU. El agua una responsabilidad compartida, 2º informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. Programa mundial de evaluación de los recursos hídricos, UN-WATER/WWAP/2006/3

PATIÑO, Gladys y USECHE, Mariano. Educación ambiental 1, postprimaria. Revolución educativa, Colombia aprende. Ministerio de Educación Nacional. Colombia, 2006

POTTER J. La naturaleza explicada a los niños en pocas palabras. Primera edición, paidós. Barcelona, España: 1996

PROGRAMA DE BIOLOGIA. Práctica No. 8 Análisis bacteriológico del agua: determinación de coliformes totales y fecales por el método de filtración por membrana. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Popayán: 2005

RODRIGUEZ, Luis. Juegos en la naturaleza. Servicio de Medio Ambiente. Diputación provincial de Cádiz. Cádiz: 2003

ROLDÁN, Gabriel. Fundamentos de limnología neotropical. Editorial universidad de Antioquia. Medellín: 1992

ROLDAN, Gabriel. Los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad de agua. Universidad Católica de Oriente, Unidad de Gestión Ambiental. Medellín: 2001

SILVA, Julio y ANDIA, Tatiana. No más niños muertos por falta de agua: transformación institucional y coberturas de 100%. Departamento Nacional de Planeación. Santafé de Bogotá: Febrero 28 de 2006

SOLUCIONES PARA un mundo con escasez de agua. Population Information Program, Center for Communication Programs, The Johns Hopkins School of Public Health, Baltimore, Maryland, USA. Volumen XXVI, Número 1. Septiembre de 1998

UNEP, Global Environment Outlook. Earthscan, United Nations Environment Programme, London and New York: 2002

UNESCO. Hechos y cifras, agua y salud. Año internacional del agua dulce, 2003

UNESCO. Manual de la UNESCO para la enseñanza de las ciencias. Segunda edición, edición en español, editorial sudamericana. Buenos Aires: 1961

VANCLEAVE, J. Ecología para niños y jóvenes, actividades súper divertidas para el aprendizaje de la ciencia. Primera edición, editorial limisa. México D.F.: 1996

VAQUETTE, P. Juegos para descubrir la naturaleza. Ediciones Martínez Roca. Barcelona, España: 1996

VASQUEZ, Guillermo. Evaluación de la calidad de las aguas naturales. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Universidad del Cauca. Popayán: 2001.

WATER, THE facts. New Internationalist Magazine, Marzo 2003. © Copyright 2003, New Internationalist Publications Ltd. All rights reserved.

WWF. Help to save the World Programme, resource material on conservation. World Wide Fund for Nature. 1986

ZAMORA, Hildier. Adaptación del Índice BMWP para la Evaluación Biológica de la Calidad de Aguas Epicontinentales en Colombia. Unicauca Ciencia 4: 47-56. Popayán: 1999.

ZEMMALI, Aneur. Protección del agua en período de conflicto armado. Revista Internacional de la Cruz Roja No 131, septiembre-octubre de 1995, pp. 600-615