

LUIS EDUARDO GARZÓN
Alcalde Mayor

EDGAR ANTONIO RUIZ RUIZ
Gerente General

ALCIRA PATRICIA TAPIA HENRIQUEZ
Gerente Corporativo de Servicio al Cliente

JAVIER PAVA SANCHEZ
Director Gestión Comunitaria

JAIME A. HERNÁNDEZ ACERO
Antropólogo
Dirección de Gestión Comunitaria
Interventor

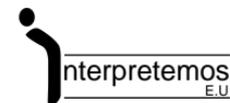
TOMAS ESTEVEZ B.
Biólogo-Educador
Experto en ciencia recreativa
tomas.estevez@gmail.com

ADELA CHACÍN L.
Artista Plástico
adela.chacin@gmail.com

LUISA LARA C.
Pedagoga

© Acueducto de Bogotá, Interpretemos E.U
2007

Diseño, concepto, textos,
ilustraciones, fotografías y edición
“Caja de herramientas”
Interpretemos E.U





PEDAGOGÍA DEL AGUA
Gaja de herramientas

Cartilla del multiplicador

Jorge Graciano
Alba Luz Huérfano
Myriam del Carmen Mejía Pulido
Angel Alberto Triana
Angela Cecilia Pedraza Melo
Carlos Julio Mora Avilán
María Constanza Ardila Ariza
Claudia Alexandra Moreno Guarín
Nolvira Soto Orrego
Fidel Alfredo Ramírez Valiente
María del Pilar Muñoz Díaz
Luz Stella Zamudio
Sandra Flórez Baratto
Francisco Javier Cifuentes
Luisa Antonia Serrano
Sandra Rocio Alvarado Pulido
Claudia Elizabeth Rodríguez Avila
Claudia María Loaiza
María Eugenia Díaz
María Cristina Ríos
Nancy Millán Forero
Marcela Romero Castillo
Sergio Alejandro Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

Byron Calvachi
Emigdio Parra
Sandra Milena Medina
Luisa Fernanda Galindo
Carlos Rincón
Marco Millán
Mauricio Rodríguez Arenas
Andrés Rodero
Guardabosques
Nestor García
Orlando Vargas
Yisela Figueroa

Y a todas las personas que contribuyeron con su apoyo, experiencia y valiosa información.

Los Autores



Podríamos comenzar a hablar de los ríos, quebradas, humedales y del recurso hídrico de Bogotá como comienzan los cuentos de hadas: “Había una vez...”. Si, alguna vez, hace muchos años, la Sabana de Bogotá fue un gran lago al cual llegaban las aguas claras y transparentes de los ríos y quebradas que nacen en los cerros orientales y que desde épocas prehispánicas, los grupos indígenas que habitaban la Sabana, cuidaban y valoraban, como fuente de recursos para su subsistencia y como lugares sagrados y símbolos de vida.

Estos cuerpos de agua han sido a través del tiempo un eje fundamental en la conformación de la ciudad ya que desde su fundación sus primeros habitantes se localizan y organizan alrededor de ríos como el San Agustín, el San Francisco y el Fucha los cuales se constituyen en las primeras fuentes que proveen de agua a su población. Sin embargo, desde muy temprano, estos ríos y quebradas comienzan a deteriorarse

debido, entre otros factores, a la tala de los bosques con el fin de obtener madera para las construcciones de la ciudad y la leña para el consumo de sus habitantes, el vertimiento de aguas contaminadas en sus cauces y otra serie de usos indebidos que se acentúan desde mediados del siglo XX, cuando se inicia un intenso proceso de urbanización de la ciudad debido a la migración de población proveniente de diferentes regiones del país, que debido a diversos factores sociales, económicos y políticos, buscan en la capital del país mejores condiciones de vida.

Este proceso de urbanización desarrollado con una deficiente planeación, ha llevado a un deterioro acelerado de las condiciones ambientales de estos cuerpos de agua y de sus zonas de ronda y de manejo y preservación ambiental, que se constituyen en un elemento esencial del espacio público de la ciudad.

Uno de los aspectos que ha influido de manera determinante en este deterioro y que afecta igualmente la prestación adecuada y eficiente de los servicios de acueducto y alcantarillado para la ciudad, lo constituye la percepción, valoración y actitud de algunos sectores de la población hacia estos ecosistemas y hacia la infraestructura de servicios de la ciudad, los cuales han sido vistos y asumidos por la ciudad como espacios y bienes de nadie. Esta actitud ha llevado a que estos cuerpos de agua que

se constituyen quizás, en el más importante patrimonio ambiental, social y cultural de la ciudad, se conviertan en espacios de marginalidad y hoy los encontremos convertidos en lugares para el depósito de basuras y escombros, la consolidación de asentamientos humanos ilegales y el desarrollo de una serie de usos indebidos.

Ante esta situación, el Acueducto de Bogotá viene desarrollando, desde hace más de diez años, una serie de intervenciones que buscan la recuperación integral de estos ecosistemas a través del desarrollo de obras de alcantarillado para lograr su saneamiento ambiental e intervenciones para recuperar sus zonas de manejo y preservación ambiental como parte del espacio público de la ciudad. Pero como gran parte del problema radica en la actitud y los comportamientos inadecuados de la ciudadanía, el Acueducto ha venido trabajando igualmente en el desarrollo de una serie de proyectos de educación y pedagogía del agua que han aportado en la recuperación de quebradas, canales y humedales.

Esta “Caja de Herramientas para la Pedagogía del Agua” que entregamos hoy a la ciudad se constituye en una propuesta de trabajo que busca promover nuevas percepciones, actitudes y comportamientos, tanto a nivel individual como colectivo, hacia los cuerpos de agua, hacia el recurso hídrico, y hacia la infraestructura de acueducto y alcantarillado de la ciudad, con el

fin de posibilitar su recuperación, su uso adecuado y sostenible, y una prestación más eficiente de los servicios de acueducto y alcantarillado.

Gracias a las intervenciones que venimos realizando esperamos que estos cuerpos de agua, y el recurso hídrico en general, no sean el recuerdo del pasado como en los cuentos de hadas, sino que se constituyan en el patrimonio ambiental, social y cultural de nuestros hijos.

Esta Caja de Herramientas para la Pedagogía del Agua elaborada por el Acueducto de Bogotá e Interpretamos E.U., se constituirá, sin lugar a dudas, en un hito muy importante dentro de los procesos educativos y pedagógicos en la ciudad. Esperamos que este material se constituya en un elemento de trabajo para los docentes y centros educativos de toda la ciudad, para que entre todos logremos construir una nueva cultura del agua, con ciudadanos más responsables y respetuosos que valoremos el recurso hídrico, los cuerpos de agua, y la infraestructura de acueducto y alcantarillado como bienes públicos y por lo tanto, como parte fundamental del patrimonio colectivo de la ciudad.

Acueducto de Bogotá

INTRODUCCIÓN

Los casi diez millones de habitantes de Bogotá tienen el privilegio de disfrutar de una de las mejores aguas del mundo, que llega a casa, de una manera natural, como la sabia que nutre un árbol, y sólo nos percatamos de su existencia si llega a faltar el servicio siquiera por un día. El agua está relacionada con otros dos servicios igual de vitales para la ciudad: el de evacuación de las aguas superficiales, es decir, el drenaje de las aguas de lluvia, y el de recolección y disposición de las aguas residuales, o sea, el sistema de alcantarillado. Este último servicio funciona las 24 horas del día en 20 localidades y los municipios vecinos que se sirven del agua de Bogotá. El cubrimiento es de ciento por ciento en los barrios legalizados.

¿De dónde sale tanta agua?

Para que este milagro se produzca fueron necesarias más de cien mil hectáreas de ecosistemas protegidos entre páramos y bosques altoandinos; 7.500 km de redes de tubería, de los cuales casi 500 km son tubos madre, y varios embalses cuyos espejos de agua suman mucha más área que todas las lagunas naturales juntas.

Si dividimos esa superficie de naturaleza protegida entre el número de usuarios del servicio, esta división da más o menos un terreno de 10 x 10 m por habitante, algo así como un salón grande. Eso es lo que cada uno de los habitantes del Distrito Capital requiere solamente para cubrir la necesidad de agua. En forma figurada y en forma real como espacio público, cada uno de los habitantes y usuarios del servicio se supone dueño de un pedacito de naturaleza bien conservada de 100 m², motivo de orgullo y co-responsabilidad: más de mil especies de plantas y 500 de vertebrados superiores viven en los páramos que gestan el agua, producto de millones de años de historia de la vida.



Pues bien, como habitantes del Distrito esta es la “huella de agua”, el área que necesita cada uno para que sumada a la infraestructura del sistema, tenga agua en casa. ¿Cuánta área de planeta se necesita para cubrir otras necesidades? Depende de los hábitos y las preferencias de cada uno. Por ejemplo, el desayuno diario con arepa casera, unos pocos gramos x 365 días, genera en un año un consumo de 20 kilos de maíz, los que pueden producir unas 30 ó 40 matas que ocupaban otra parcelita de 100 metros cuadrados. Pero si la misma cantidad de cereal viene de productos altamente procesados (paquetes, maíz expandido), a la cuenta se añade la energía gastada en el proceso industrial, la fabricación del plástico, el agua que se contamina en estos procesos y el área necesaria para gestar esa agua, el transporte.

Surge así un nuevo concepto, agua de producción, es decir, la cantidad de litros de agua consumidos para producir determinada unidad de producto: la relación de consumo de agua de producción entre comer natural o comer “chatarra”, lo cual genera desechos de latas y plásticos, es más o menos de diez veces más para lo segundo.

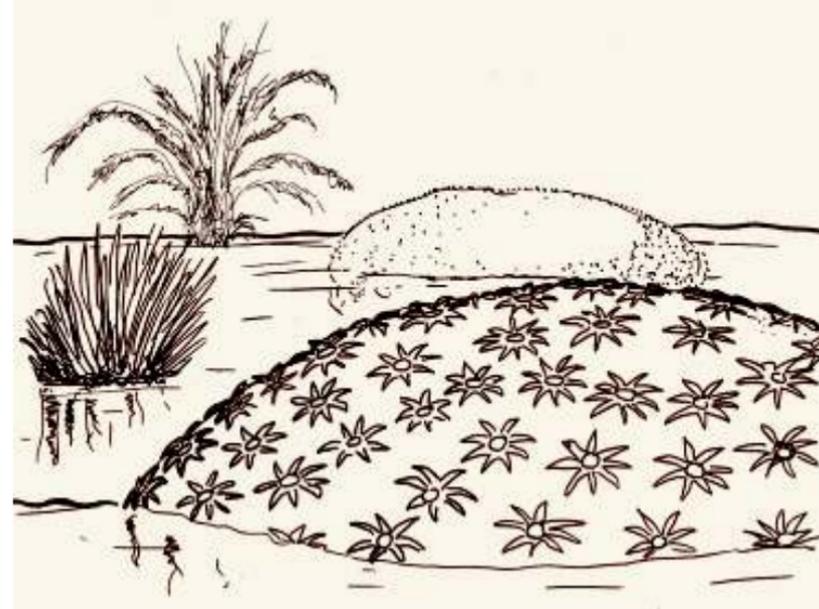


En este caso la persona ocupa ya 1.000 metros cuadrados de campo agrícola tan sólo para cubrir parte del desayuno. Sumadas todas las necesidades de un ser humano, se tiene el área de planeta que necesita cada uno de forma permanente así no sea dueño de esa tierra. Esta es la huella ecológica de cada uno.

Cada persona de los países desarrollados como Europa ocupa más o menos 10 hectáreas o manzanas de huella ecológica, y en promedio cada habitante de un país poco poblado como Bolivia ocupa de media a una hectárea. Hay países muy extensos y poco poblados como Australia y Canadá, otros pequeños y muy densos como Japón o Israel. La pregunta es, si

es posible tener un alto estándar de vida y simultáneamente una huella ecológica baja. Claro que es posible y sería un ideal de sostenibilidad, pero aquí entra un nuevo factor, el modelo de desarrollo.

Como no se puede aumentar la superficie del planeta o la de un país, entonces la solución para conseguir calidad de vida para todos consiste en disminuir la huella ecológica. Y se puede lograr sin sacrificar las cosas verdaderamente valiosas, como son el estar en familia, el diálogo, el disfrute de la comida casera tradicional, el espacio público. Esas cosas no cuestan demasiado. Se puede sí, reflexionar sobre ciertos hábitos no muy constructivos en la disposición de los residuos que despectivamente llamamos basura, en el uso del agua, en las compras y los hábitos nutritivos, en el empleo del tiempo libre, reflexión que debe llevar a cada uno a elegir lo adecuado y a pensar sobre estilos de desarrollo, lo cual posiblemente signifique dejar de lado ciertos hábitos consumistas. Y por lo general aquello que beneficia al planeta también beneficia la salud y la calidad de vida, entonces esa renuncia no constituye un sacrificio. Es una toma de conciencia y una decisión de aplicar



soluciones prácticas en nuestro día a día.

En esta cartilla encontraremos talleres recreativos para aprender, desarrollar actitudes científicas y artísticas, conocer de dónde viene nuestra agua y para dónde va, sus leyes físicas, sus propiedades químicas y sobre todo, cómo podemos participar para hacer de nuestra ciudad una ciudad vivible y sin exclusiones.

El aula más grande

Con la oferta de cinco siglos de historia de la ciudad moderna y la memoria de diez milenios de presencia humana prehispánica, encontramos un territorio lleno de atractivos singulares. Parques nacionales, reservas forestales protectoras, reservas de la sociedad civil, infraestructuras del agua, algunas de ellas atractivas por sus tecnologías de punta como las plantas Wiesner, El Dorado, y la PTAR, o de gran valor patrimonial como la planta de Vitelma, y todos los corredores resultantes de los sistemas de drenaje y los humedales de la ciudad.

Con el fin de aprovechar este sin igual recurso, una serie

de experiencias de muchos años y una demanda potencial de millones de habitantes, el proyecto Pedagogía del agua se propone brindar a todos los habitantes las bases, estímulos y motivaciones para construir una cultura del agua, a fin de que nuestra huella sea digna de seguir, que sea una huella de agua. Esta cartilla forma parte integral de la “Caja de Herramientas, para aprender del agua”, dirigida a los multiplicadores que pueden orientar tanto trabajos de salón como recorridos de campo, herramientas conceptuales y didácticas útiles en el gran reto de construir una cultura del agua.



Antecedentes

- ◆ Objetivos del milenio NU
- ◆ Foros mundiales del agua y paneles sobre el agua de los foros sociales
- ◆ Política distrital

Política mundial

Está claro que para cumplir con los objetivos del milenio² que incluyen reducción de la pobreza, accesibilidad del agua, seguridad alimentaria, educación, etc., las políticas relacionadas con el agua son uno de los ejes fundamentales. Sobre el tema del agua se han desarrollado mundialmente múltiples eventos y de cada uno de ellos se recogen declaraciones de interés general. Aunque hay controversia en un tema tan vital, en lo que respecta al agua es en el que más acuerdos hay, y por

lo tanto el agua se constituye en un puente de encuentro más que en una fuente de disensión.

En la página siguiente se resumen los puntos destacados de estos foros.

En el Decreto 314 de 2006 (del 15 de agosto), por el cual se adopta el Plan Maestro del Sistema de Acueducto y Alcantarillado para Bogotá Distrito Capital, se puede encontrar:

- “e. Consolidar los procesos de interlocución de la Empresa con las redes de usuarios en el desarrollo de las políticas de servicios públicos, la defensoría del usuario y el control social”...
- “f. Consolidar la estrategia de pedagogía del agua que permita el fortalecimiento de las redes sociales comprometidas con la protección y defensa del sistema hídrico.”

² Los ocho objetivos de desarrollo del milenio, que abarcan desde la reducción de la pobreza extrema hasta la detención de la propagación del VIH/Sida y la consecución de la enseñanza primaria universal para el año 2015, constituyen un plan convenido por todas las naciones y todas las instituciones de desarrollo más importantes del mundo. NU. Informe anual 2007.



Síntesis foros mundiales del agua

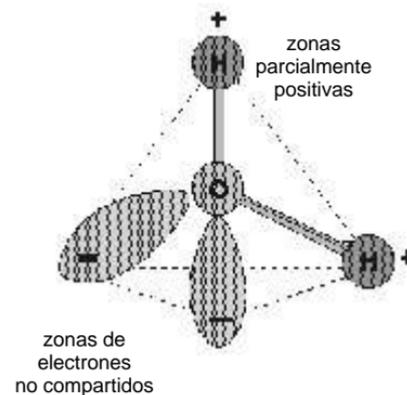
- ◆ Recurso finito y fundamental
- ◆ Enfoques integrados de gestión y búsqueda de la sostenibilidad
- ◆ Coordinación interinstitucional
- ◆ Las metas del milenio, ampliar la cobertura (reducir la carencia del recurso a la mitad antes de 2015)
- ◆ Rol especial de la mujer
La necesidad de la educación en una nueva cultura del agua
- ◆ La necesidad de lazos de comunicación entre entes gestores y comunidad
- ◆ Necesidad de atender desastres más preventivamente
- ◆ La necesidad del buen gobierno

Síntesis foros sociales paneles sobre el agua

- ◆ El agua como derecho humano
- ◆ Debe ser administrada por lo público y no debe ser privatizada
- ◆ Educación para una cultura del agua
- ◆ Impulsar metas del milenio, accesibilidad del agua para todos
- ◆ Atender afectados por desastres naturales
- ◆ Preservar las aguas en la naturaleza (disminuir contaminación, crítica a las mega represas, etc.)
- ◆ Énfasis de género en la mujer
- ◆ Buscar alianzas y unidad para hacer valer estos principios

Marco teórico

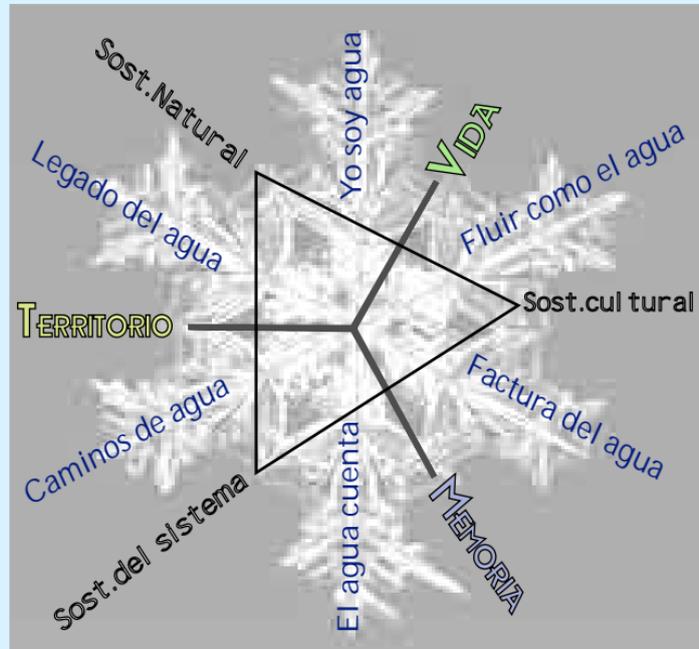
La molécula del agua contiene tres elementos, dos de similar naturaleza (dos átomos de hidrógeno) y uno diferente que los une (un oxígeno), formando el H_2O . Partimos en la formulación de un marco teórico de dos conceptos universales, espacio y tiempo, y uno que les da sentido y unidad, la vida. A su vez la vida que conocemos depende totalmente del agua. Es una metáfora inicial que establece un paralelismo entre elementos para definir tres ejes: Territorio, Vida y Memoria.



Así como el cristal de nieve se construye de infinitas formas fractales, con estos tres elementos semilla se elaboran las bases conceptuales para tejer los diferentes programas que puedan nacer de Pedagogía del agua.

El cruce o intersección entre Vida y Memoria genera la idea de sostenibilidad cultural, desde comprender a través de la ciencia un pasado remoto: el lago Humboldt, las glaciaciones origen de lagunas, la biogeografía del páramo, hasta la memoria reciente del antepasado prehispánico, el mestizaje colonial, la república y el nacimiento de los primeros acueductos, la ciudad moderna. El principio es que sin memoria difícilmente valoramos nuestras raíces.

El espacio entre Memoria y Territorio nos habla de la historia de los acueductos y entre ellos el Sistema Chingaza que genera 80% del agua. Si la ciudadanía no conoce estas historias, no va a comprender el esfuerzo que significó en inversión y tecnología para que hoy podamos disfrutar de agua en casa. Con esto lograremos la participación y alianza de la ciudadanía para la sostenibilidad del sistema de acueducto y alcantarillado.



Del encuentro entre Territorio y Vida surge el concepto de los ecosistemas y sus servicios ambientales, de la gran superficie que ha sido conservada para, en primera instancia, preservar las fuentes de agua, pero como consecuencia de ello se ha conservado también la biodiversidad, es decir, la sostenibilidad natural.

Estos cruces han generado un nuevo triángulo, el de la sostenibilidad, y enfocan la pedagogía del agua en la búsqueda de promover sostenibilidad cultural, natural y del sistema de acueducto y alcantarillado.

Por último, del cruce entre cada uno de estos seis componentes, nacen seis temas o lineamientos para definir un programa de pedagogía del agua como se resume en el cuadro siguiente.

Principio

Lineamientos

El agua vive

El agua va a la escuela.

Transversalización y ciencia recreativa en torno al agua.

Yo soy agua.

Promoción de mayor autonomía en consumo, seguridad alimentaria, salud, alrededor del tema agua.

Mi territorio es el territorio del agua

Caminos de agua.

Visitas programadas con procesos pedagógicos.

El legado del agua, al encuentro de nuestra herencia.

Reconocimiento, apropiación y uso del espacio público. Comunicación con el público. Señalización y seguridad de obras.

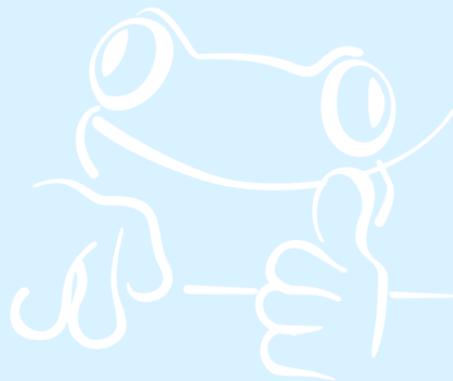
El agua es memoria

Huellas de agua.

En sentido metafórico, hay una "factura" ambiental en todas las acciones cotidianas, la factura como herramienta didáctica.

El agua cuenta.

Medios de comunicación de masas y comunicación intra y extra empresa. Organización comunitaria en torno al agua y su gestión.



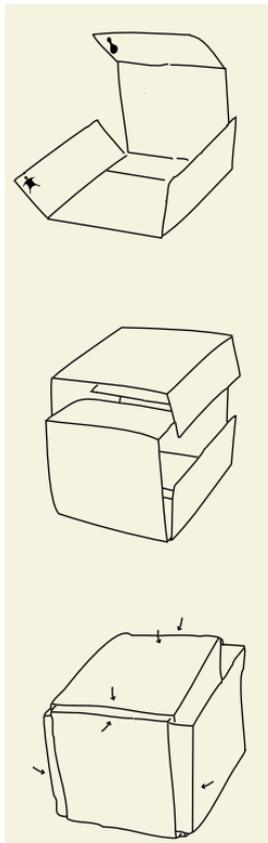
Pedagogía del agua

Territorio		Vida		Memoria	
------------	--	------	--	---------	--

CICLO El eterno viaje del agua	PATRIMONIO NATURAL Habitantes del territorio del agua	APRENDER DEL AGUA Ciencia del agua	SOMOS AGUA El agua y el cuerpo	HUELLAS DE AGUA Acciones positivas por el agua	EL VIAJE POR EL SISTEMA DE ACUEDUCTO y ALCANTARILLADO El agua en la ciudad
--	---	--	--	--	--



La gota representa el viaje del mar al continente por medio del ciclo hídrico haciendo énfasis en el rol activo de la flora para promoverlo	Tres especies animales por su significado y cinco especies vegetales por su papel activo en la gestión del agua. La figura humana representa lo que somos y dependemos del mundo animal y vegetal.	El ocho simboliza el juego de ocho cubos y el infinito cuando se representa horizontal. El elemento superior representa cabeza y bombillo, el mundo de las ideas, y el inferior la gota de agua en el organismo.	El corazón representa al órgano que mas gestiona agua en su lapso vital, pero también la educación del sentimiento en la pedagogía del agua.	Una casa dentro del mundo simboliza que aunque pensemos con una consciencia global, las acciones deben comenzar por casa.	La rana simboliza el actor que promueve la propuesta de pedagogía del agua La empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá.
---	---	--	--	---	---



OCHO

CUBOS

Juego de cartas de 48 fichas.

Objetivo

Motivar el interés por conocer y participar en la conservación y sostenibilidad del sistema de acueducto y alcantarillado con sus páramos y demás ecosistemas, así como el sistema de drenaje con sus canales, rondas y humedales.

Descripción del juego

Cuarenta y ocho fichas que forman parte de la caja de herramientas para la pedagogía del agua.

Cada ficha, de 5,5 cm por 11 cm, funciona como carta de una baraja para desarrollar con ellas diferentes juegos y dinámicas. Posee dos guías chafadas por las cuales se puede plegar. Juntando de a seis fichas de palos diferentes se arman ocho cubos y con estos se pueden armar seis versiones de rompecabezas en un formato rectangular de 4 x 2 cubos.

JUEGO DE

CARTAS

Los cuarenta y ocho tópicos incluidos se resumen en la tabla adjunta. Cada uno se asocia con un concepto (literal o metafórico) que sirve para construir significados, mencionar los valores que se requieren para responder a un reto, o recordar una función que el elemento cumple en los ciclos de la naturaleza o en el sistema de acueducto y alcantarillado.

PROPUESTAS

1. Taller de conformación de grupos

Según la cantidad de participantes prevista se alistan de 1 a 6 “palos” completos de las cartas (de 8 a 48 participantes). Se reparten y se asigna algún criterio para formar subgrupos si es necesario. Así por ejemplo, si se realiza por palos, se generan grupos de a ocho; unidos por la diferencia (con la instrucción de no repetir palo en el mismo grupo), determina grupos de a seis, y posibilita a cada grupo armar su respectivo cubo.

2. Taller “Apellidos de agua”. Dinamización del paisaje de una caminata o recorrido

Antes de la salida se reparte una carta a cada persona. Durante el trayecto cada cual utiliza su carta como presentación conservando solamente su nombre de pila: por ejemplo “Alberto Frailejón”. Si se quiere utilizar como escarapela, pueden introducir su respectiva carta entre forros colgables o de gancho. El participante estará atento a realizar observaciones propias, preguntarle al guía, leer, reflexionar sobre el ítem que le ha correspondido como

apellido. Al final, en una sesión plenaria, cada uno por turno hablará algo sustancial y propio acerca de su apellido.

3. Taller los caminos del agua. Hasta 16 personas

Materiales: cartas de los palos “Ciclo del agua” (Gotas) y “Sistema de Acueducto” (Ranas). Se reparte una tarjeta a cada persona. (si hay mayor número, algunos trabajan por pareja). El animador debe tener en su poder la tabla resumen. Con cada pregunta ¿Para dónde va el agua? El que tiene la carta que corresponde dice “Yo sigo” y se coloca a la derecha. Se va formando una secuencia por un proceso de “cabeza y cola” que se debe cerrar en un ciclo continuo, formado por ocho cartas de  “agua” y ocho de  “rana”.

Nota adicional

La ronda se completa uniendo la carta “Nacimiento, manantial” (8 gota) con la primera del Sistema “Río, captación” (1 rana). De la misma forma, la última, “Tratamiento, entrega” (8 rana), con la “Sol, evaporación” (1 gota).

4. Redes

Materiales: cartas de los palos seleccionados a criterio del tallerista según el tema, y ovillos de lana de dos colores. Esto determina número de participantes flexible que puede ir de 8 a 48. Algunos ejemplos.

4.1. Ronda de los valores.

El objetivo es reflexionar sobre los valores y la red de sostenimiento de la vida al asignar significados al contenido de la carta que a cada cual le tocó. En la tabla encuentran conceptos sugeridos. Se ubica el grupo en círculo y uno cualquiera inicia una ronda. Toma la punta del ovillo y le envía su valor a otro lanzando el ovillo y anuncia por qué: “Soy el Cóndor y le envío su sabiduría al Frailejón”. El aludido (Frailejón) recibe el ovillo y escoge otro participante. Sosteniendo la lana, con una mano le lanza el ovillo al escogido y simbólicamente le envía lo que para él representa el frailejón, por ejemplo “fortaleza”. Se va formando un tejido o estrella que relaciona valores con valores. Antes que el interés decaiga (no es necesario que todos pasen), el animador ata la lana de otro color a la punta y explica que ahora este nuevo

color representa relaciones ecológicas: por ejemplo Frailejón le envía a Musgos que se alimenta y refugia entre sus tallos. Así, la red ecológica queda soportada sobre una red de valores.

Otros ejemplos: con el palo “Somos agua” y el palo “Huellas de agua” tratar el tema de cómo se relaciona el agua con nuestras vidas y la lana puede ser azul claro, simbolizando este ciclo de la vida cotidiana. Cada cual explica su carta y por qué escoge al que sigue al lanzar su lana.

4.2. Parejas. Repartidas al azar, las personas se buscan por parejas y al final un vocero de cada una de ellas debe explicar en plenaria por qué establecieron esa relación. Antes de la plenaria se establecen unos minutos para negociar “parejos” y “parejas” por relaciones más lógicas o evidentes. Ejemplos de parejas: frailejón-tensión; la pareja puede hablar de la piel, el agua tiene una piel; el frailejón, una superficie velluda que lo protege, y la tensión superficial forma bolitas de agua sin realmente mojarlo.

Territorio		Vida		Memoria		
CICLO El eterno viaje del agua	PATRIMONIO NATURAL Habitantes del territorio del agua	APRENDER DEL AGUA Ciencia del agua	SOMOS AGUA El agua y el cuerpo	HUELLAS DE AGUA Acciones positivas por el agua	EL VIAJE POR EL SISTEMA DE ACUEDUCTO y ALCANTARILLADO El agua en la ciudad	
1	EVAPORACIÓN Sol	SABIDURÍA Cóndor	EXPANSIÓN Agua móvil	PULSACIÓN El latido del agua	CONSERVACIÓN Lo público es sagrado	CAPTACIÓN Río
2	CONDENSACIÓN Nube	METAMORFOSIS Rana	TRANSFORMACIÓN H ₂ O	RESERVA Agua en el cuerpo	DESCUBRIMIENTO Reconocer el entorno	PREVISIÓN Embalse
3	ENTREGA Lluvia	HOSPITALIDAD Frailejón	NIVELACIÓN Sifón	RESPIRACIÓN Agua nueva	PARTICIPACIÓN Promover el ciclo	CONDUCCIÓN Túneles y tubos
4	INTERCEPCIÓN Flora de niebla	PROTECCIÓN Árbol	DECANTACIÓN Agua turbia	DEPURACIÓN Riñón	RECICLAJE Disminuir la huella	POTABILIZACIÓN Plantas de vida
5	REGULACIÓN Musgos	COOPERACIÓN Liquen	SOLUBILIDAD Solvente universal	ABSORCIÓN Reconocer nuestras raíces	RETRIBUCIÓN Uso eficiente del agua	DISTRIBUCIÓN Redes domiciliarias
6	FERTILIDAD Suelo	LABORIOSIDAD Maíz	TENSIÓN Superficie del agua	ALIMENTO Hogar	RESPONSABILIDAD Cuidado del agua en casa	TRATAMIENTO Aguas residuales
7	RECARGA Raíces	COMUNICACIÓN Hongo	CAPILARIDAD Agua penetrante	VITALIDAD Flujo de la energía	RESPECTO Reducción de residuos sólidos	DRENAJE Mantener limpios canales y rejillas
8	NACIMIENTO Manantial	FECUNDIDAD Pez	FLOTACIÓN Buceador	ALUMBRAMIENTO Flotando entre un mar	AGRADECIMIENTO Memoria del agua	ENTREGA De regreso al río

CICLO

1	<p>EVAPORACIÓN Sol Lo visible se hace invisible</p>	<p>El mar es el reservorio principal del ciclo del agua, $\frac{3}{4}$ de la superficie conforman el "planeta agua". Pero sólo la mitad de un centésimo es agua dulce disponible, entregada por la lluvia y otras formas de precipitación como nieve y rocío. Todo se inicia cuando sol convierte el agua en vapor.</p>
2	<p>CONDENSACIÓN Nube Lo invisible se hace visible</p>	<p>El vapor de agua no se ve. Cuando se forma nube o neblina ya ha ocurrido la condensación en forma de minúsculas gotitas de hasta medio centésimo de milímetro, tan pequeñas que permanecen suspendidas, es un aerosol. La única diferencia entre nube y neblina es si la vemos desde lejos o metidos entre ella.</p>
3	<p>ENTREGA Lluvia Regalo del cielo: lluvia que fecunda</p>	<p>Cuando las condiciones se dan, las gotitas de neblina se van uniendo hasta que pesan mucho y caen. En su caída recogen más agua y crecen. La lluvia es el regalo que vitaliza todos los ecosistemas de los continentes, es un conducto por el cual el agua de la atmósfera baja al suelo.</p>
4	<p>INTERCEPCIÓN Flora de niebla Manos vegetales atrapan gotas de rocío</p>	<p>En los páramos gran parte del agua recogida no proviene de la lluvia, casi la mitad es recogida directamente por las plantas atrapando niebla, millones de hojitas diminutas funcionan como redes de pescar, filtros o coladores de agua, sin esta flora los ríos se secan.</p>
5	<p>REGULACIÓN Musgos Esponjas vivas demoran el agua y la distribuyen con equidad</p>	<p>Esponjas vivas sobre suelos blandos ricos y profundos. Si se pisotean con ganado, son quemados o se aran para cultivo, pierden su cualidad de retener el agua y se compactan. La gigante esponja sirve para aminorar inundaciones en época de lluvias y soltar el agua gota a gota en los veranos.</p>
6	<p>FERTILIDAD Suelo La hoja desechada sirve todavía: protege, fertiliza y guarda el agua</p>	<p>Ya en el bosque, la luz llega al suelo y alimenta tapetes de musgos. La lluvia de hojas secas fabrica mantillo, otra esponja reguladora y protectora. Las que todavía no se descomponen, se disponen como tejas del suelo que lo protegen del goteo, la guardan de la evaporación, y al podrirse liberan los nutrientes para todos.</p>
7	<p>RECARGA Raíces Gracias a ellas, el agua viaja a la profundidad</p>	<p>El árbol vive gracias a los nutrientes que el agua disuelve, de modo que entre más llueva, más nutrientes transporta. Primero baja encauzada por las acanaladuras de los troncos o escurrida desde quiches llega a las raíces. La que no se absorbe, viaja a las profundidades para alimentar los nacedores.</p>
8	<p>NACIMIENTO Manantial Un nuevo viaje que comienza: ¿cómo será tratada por quienes la utilizan?</p>	<p>El agua viaja durante años, siglos o milenios por entre las fisuras de las rocas. Nace con la memoria de los minerales que ha lamido, purificada por el filtro de las areniscas. ¿Por qué no se agota? La respuesta es el bosque alimentando las zonas de recarga, protegido para siempre en las reservas naturales.</p>

PATRIMONIO NATURAL

1	<p>SABIDURÍA Cóndor El rey de las aves conoce el arte del vuelo</p>	<p>El cóndor joven debe aprender por años a conocer el territorio y dominar el vuelo con el apoyo de los dos progenitores. Esta especie, <i>Vultur gryphus</i>, se encuentra al borde de la extinción y fue tan abundante que dio su nombre a Cundinamarca, tierra del cóndor. Se intenta repoblar de cóndores los Parques Nacionales, con programas de reproducción, crianza y liberación. Es la esperanza del regreso de una especie que transforma los residuos y carroñas en la belleza del vuelo.</p>
2	<p>METAMORFOSIS Rana Para muchos pueblos, la rana ha sido el símbolo del agua</p>	<p>Las ranas abundan donde hay agua limpia, en orillas de ríos, lagunas y humedales, por ello se han constituido en símbolo del agua. Sin embargo por causas desconocidas, atribuidas a contaminación, pesticidas o cambio climático muchas ranas están desapareciendo. Quizás es también un signo de lo que ocurre con el agua.</p>
3	<p>HOSPITALIDAD Frailejón Su piel viva es abrigo y su vestido de hojas secas es refugio</p>	<p>Los frailejones son emblema de los páramos, y sólo cuatro países del mundo poseen estas singulares plantas adaptadas a tan duras condiciones. Entre su roseta afelpada se refugian aves o insectos y entre el vestido de hojas secas que abriga el tronco, se refugian conejos, curies, pequeñas aves como colibríes, lo cual hace al frailejón la especie clave del páramo.</p>
4	<p>PROTECCIÓN Árbol Ellos son las células de la piel del planeta</p>	<p>Diferentes ambientes poseen diferentes tipos de árbol. En las selvas amazónicas árboles de 50 metros, reciclan lluvias, en el páramo arbolitos enanos "bonsái" pueden tener siglos. En los humedales árboles que aguantan inundación periódica y conforman sus rondas. En la ciudad hemos escogido especies que filtran contaminación y proveen habitación para las aves.</p>
5	<p>COOPERACIÓN Liquen El liquen talla rocas, el helecho termina de vestir las</p>	<p>Los líquenes son asociación entre alga y hongo, la primera hace fotosíntesis, es decir alimenta, el hongo fabrica sustancias que disuelven roca, liberando nutrientes. Alianza poderosa para el inicio de la vida, los líquenes son los pioneros y sobre estos crecen musgos y helechos. Se inicia una sucesión de vegetales que dura siglos hasta formar suelo y bosque.</p>
6	<p>LABORIOSIDAD Maíz Sembrar es fecundación, se debe hacer con respeto por la tierra</p>	<p>El maíz está ya tan ligado al humano que no nacería sin una mano que lo desgrane y siembre. Aliado a las leguminosas que se cuelgan de su recta caña, ellas nutren sus raíces. Esta alianza ha sido traicionada: el maíz solo, necesita de abonos químicos. El frijol por su parte se lo cuelga de hilos y las varas son arbolillos jóvenes del bosque. Juntos hacen alianza, separados causan daño y costos.</p>
7	<p>COMUNICACIÓN Hongo Filamentos de hongo por el suelo, conectan todo en el bosque</p>	<p>El sombrerito es el cuerpo reproductivo de un ser que cubre muchos metros cuadrados del suelo, con filamentos que se nutren por absorción, llamados micelios. Hacen contacto con raíces de árboles a los cuales transportan nutrientes y hormonas comunicándolos entre sí y con el suelo, como una prolongación de su sistema radicular.</p>
8	<p>FECUNDIDAD Pez Ancestral símbolo de abundancia, merece que se conserven limpios sus territorios de agua</p>	<p>Cerca de dos tercios de los peces del mundo nacen en humedales como los manglares. Los peces en su gran mayoría dejan desde cientos hasta miles de huevos, por eso han sido el símbolo de fecundidad y abundancia, cuidar el agua natural es cuidar los peces.</p>

APRENDER DEL AGUA

1	<p>EXPANSIÓN Agua móvil Caliente sube, frío baja, principio del ciclo planetario</p>	<p>Lo que se calienta se dilata y por consecuencia pierde densidad al ocupar más volumen. Esto genera que masas de aire o agua fluyan, iniciando los ciclos del latido planetario. Este tipo de movimiento debido a diferencias de temperatura origina vientos y corrientes marinas, incluso del magma o roca derretida que da origen a volcanes.</p>
2	<p>TRANSFORMACIÓN H₂O Ser como el agua, capaz de cambiar y ser la misma</p>	<p>De sólido a líquido las moléculas adquieren movimiento llevando la energía del sol a todas partes, de líquido a gaseoso la promesa del rocío, de líquido a sólido vuelve a unir y guardan en sus formas la memoria. Tres estados y sin embargo el agua que forma 2/3 de nuestro cuerpo, es siempre es la misma.</p>
3	<p>NIVELACIÓN Sifón El agua bajando, llama a la que sube. Ambas encuentran su nivel</p>	<p>El agua siempre baja. ¿Por qué en un tramo de la manguera, el agua sube? ¿No debería fraccionarse en dos? Una propiedad que impide a la columna de agua "partirse", se llama cohesión del agua. Lo que hace llenar el vacío que va dejando al caer es la presión atmosférica, y lo que la hace caer es la gravedad. Principios que posibilitan que circule por nuestras arterias o las venas de túnel o de concreto que llevan agua a la ciudad.</p>
4	<p>DECANTACIÓN Agua turbia Partículas muy pequeñas no se dejan filtrar. ¿Cómo las juntarán?</p>	<p>Cuando la neblina pasa entre bosque, los follajes la filtran. En cambio como vapor, las pequeñas moléculas pasarían de largo. Asimismo, las partículas diminutas que enturbian agua, se deben juntar con una sustancia aglutinante, (floculante) para que se puedan quedar atrapadas en los filtros. Una vez "cuajadas" el agua queda cristalina y las arcillas son llevadas a un relleno. Así pasan a formar de nuevo, parte del suelo</p>
5	<p>SOLUBILIDAD Agua, solvente universal De lo que el agua lleva, dependerá su calidad</p>	<p>El PH indica acidez o alcalinidad. El agua ácida disuelve y se lleva los nutrientes del cuerpo o del suelo. Agua alcalina o dura puede precipitar y depositar minerales dentro tuberías. Las sustancias disueltas pueden ser útiles o nocivas. Pueden contener elementos necesarios para la vida o metales pesados que son tóxicos y dañinos. El solvente universal guarda la memoria de los sitios que ha visitado y la señal de como la hemos tratado.</p>
6	<p>TENSIÓN Superficie El agua como nosotros, tiene piel</p>	<p>Insectos que patinan sobre el agua, son casi todos depredadores de zancudos. Los tensoactivos como el jabón, rompen las fuerzas de esta piel del agua, y de esta manera posibilitan que "el agua moje" separando el mugre. Los jabones se degradan y no contaminan más. Pero cuando se usan detergentes NO BIODEGRADABLES, el efecto durará por mucho tiempo y los controladores de zancudos no regresan, el desequilibrio resultante favorece a las plagas.</p>
7	<p>CAPILARIDAD Agua penetrante Entre más pequeño el espacio, más le gusta al agua</p>	<p>El agua, cuando encuentra espacios diminutos logra vencer incluso la gravedad y la presión, subiendo a lo alto de árboles gigantes de cien metros como las pinos de California o Eucaliptos de Australia, o de hinchar una madera seca que ha sido colocada como cuña, rompiendo rocas. Gracias a esta "testarudez" del agua hay vida y manantiales.</p>
8	<p>FLOTACIÓN Buceador Aire flexible y agua incompresible, aspectos opuestos que trabajan juntos</p>	<p>Agua y aire trabajan juntos. El aire trae vida cuando lleva agua. El agua vitaliza y sabe bien cuando lleva aire disuelto. Así como el buzo entre la botella baja cuando se comprime el agua, las vejigas natatorias de los peces son un órgano que aprovecha bien las propiedades de líquidos y gases trabajando en armonía.</p>

SOMOS AGUA

1	<p>PULSACIÓN El latido del agua La vida es agua en movimiento</p>	<p>Existe el pulso del día y la noche, el de las mareas, inviernos y veranos, edades del hielo y en todos estos pulsos, el agua, el sol y la luna son protagonistas del concierto. También nosotros tenemos un reloj que marca un ritmo: el corazón. Esta maravillosa bomba que nunca para, habrá latido a lo largo de una vida unos dos mil quinientos millones de veces pasando 250 millones de litros de agua.</p>
2	<p>RESERVA Agua en el cuerpo Somos dos tercios de nuestro peso en agua</p>	<p>El volumen de sangre en promedio de un adulto es cercano a los 5 litros, pero la mayor parte del agua, unos 23 litros está en las células y unos 12 litros más están entre los tejidos (extracelular). Algunas algas pueden estar constituidas de más del 99% de su peso en agua.</p>
3	<p>RESPIRACIÓN Agua nueva De la hoja del pulmón surge un nuevo ciclo.</p>	<p>Gran parte del agua que acompaña una espiración, (14% de la que sale del organismo) se formó nueva del proceso de la combustión del alimento, cuando se rompen moléculas grandes en pequeñas para darnos su energía, de la misma manera, de las hojas de una planta transpira agua nueva que se incorpora al gran ciclo vital. Si respiración y fotosíntesis son procesos complementarios también lo son hojas y pulmones a la ciudad.</p>
4	<p>DEPURACION Riñón Tejido inteligente deja pasar lo inútil y recupera lo importante</p>	<p>La diálisis es el proceso que realiza el riñón. Al contrario de osmosis, el riñón hace pasar moléculas pequeñas hacia fuera del sistema circulatorio, las sustancias tóxicas que el cuerpo debe descartar, pero deja adentro los nutrientes. Es un filtro inteligente. 20 galones de sangre deben pasar cada hora por nuestros riñones para mantener pura la sangre. Una adecuada administración del agua en la dieta mantiene la salud</p>
5	<p>ABSORCION Reconocer nuestras raíces En el intestino delgado raíces que absorben, el intestino grueso piel que recupera el agua</p>	<p>Los vellos del intestino delgado, especializados en absorber el caldo nutritivo que ha producido el estómago añadiendo mucho agua y ácidos, han multiplicado la superficie de absorción por 600 veces. Si el intestino fuera liso necesitaría 4 Km. en lugar de 6 m., para realizar la digestión. El Intestino grueso ahora debe reabsorber el agua que se utilizó para la digestión.</p>
6	<p>ALIMENTO Hogar Casi todo alimento pasa por el agua y por el arte de la cocina</p>	<p>No hay alimento alguno que carezca de agua, o que no la haya incluido en su proceso de producción. Ahora el agua entra de nuevo en un proceso de nueva vitalidad, el calor de hogar. (fogar) vocablo que viene de fuego. Este alimento estará enriquecido por la sabiduría culinaria, muy diferente en sus cualidades artesanales del alimento industrializado, empacado, impersonal y anónimo.</p>
7	<p>VITALIDAD Flujo de la energía Mantén limpios tus canales. Canales de energía, canales de alimento, canales de agua.</p>	<p>El alimento no es solo físico. Se puede seleccionar la calidad del alimento mental, la estética del mundo visual con programas adecuados, la música que escuchamos, textos y películas que leemos o miramos. Pero hay todavía canales más sutiles que se mantienen limpios si no dependemos de apegos, emociones, descubriendo procesos que nos conducen al manejo adecuado de la energía del organismo.</p>
8	<p>ALUMBRAMIENTO Flotando entre un mar Entre el agua se gesta cada nueva vida</p>	<p>Cada etapa del desarrollo de un nuevo ser recapitula las etapas de la evolución, el feto primero parece pez, luego anfibio, y el agua en la que flota es salada como el mar de donde surgió la vida. Momentos antes del alumbramiento se rompe una fuente y brota agua, en una metáfora de los caminos del agua y de la vida que siempre han ido juntos.</p>

HUELLAS DE AGUA

1	<p>CONSERVACIÓN Lo público es sagrado Cuidando las cuencas donde nace el agua, tendremos agua para todos y para siempre</p>	<p>Los paramos se han especializado en la interceptación del agua desde la neblina, en la captación de lluvia y su regulación. La principal amenaza para estos ecosistemas es la ganadería extensiva, el cultivo de papa y las quemas. Con lo cual, pierden gran parte de su capacidad de producción de agua. Los paramos son para el bien común: agua y la conservación de lo silvestre, no para beneficio de particulares.</p>
2	<p>DESCUBRIMIENTO Reconocer el entorno Recorrer el espacio es también escuchar la historia de cada lugar</p>	<p>Los recorridos por las reservas forestales del acueducto, rondas y humedales, páramos y Parques Nacionales, las visitas a las infraestructuras son una posibilidad de recuperar la memoria del agua en Bogotá, reconocer el patrimonio representado en el sistema hídrico, aprender directamente del medio natural, un lugar de encuentro entre la gente y su patrimonio.</p>
3	<p>PARTICIPACIÓN Promover el ciclo La hoja bombea, el tallo conduce, los humanos sembramos árboles</p>	<p>El regreso del agua a la atmósfera no ocurre pasivamente por la sola acción del sol. Los árboles bombean grandes volúmenes de agua y la transpiran por las hojas, las algas marinas liberan gases que forman micro-gotas de neblina. Si los vegetales participan activando el ciclo, lo humanos podemos hacerlo, al multiplicar la piel verde del planeta, sembrando árboles, cuidando los que hay, para que el ciclo siga siendo bombeado por múltiples corazones vivos.</p>
4	<p>RECICLAJE Disminuir la huella Para cada producto, pensemos en la cantidad de agua que costó</p>	<p>Huella de agua es la cantidad de agua que requerimos para el total de las actividades cotidianas, en determinada unidad de tiempo. El Consumo promedio puede estar en los 200 l día por persona, pero si se contabiliza el agua requerida en procesos de producción, esta cifra puede variar mucho según los hábitos de consumo de cada uno. Por ejemplo se puede buscar comida mas natural, menos procesada y empacada, mas local, etc.</p>
5	<p>RETRIBUCIÓN Uso eficiente del agua Menos agua utilizada en limpiar, no significa limpiar menos</p>	<p>La Factura es la justa retribución de la economía familiar a todo el sistema del agua, así sabremos que estamos colaborando con la conservación de los páramos y el mantenimiento de las infraestructuras. Pero también se puede bajar su monto, con el uso eficiente: sacar mayor provecho del agua que pasa por nuestro hogar. Lavar con lavadoras llenas, recoger aguas lluvias, duchas más cortas, pero sobretodo, escoger productos que significan menos agua de producción.</p>
6	<p>RESPONSABILIDAD Cuidado del agua en casa Debemos ser conscientes de cómo sale el agua de nuestra casa</p>	<p>Si bien sabemos que el agua va a pasar (por ahora en parte) por plantas de tratamiento, podemos lograr que no llegue tan contaminada, que sea demasiado costoso su proceso: evitemos arrojar al inodoro papeles u otros materiales diferentes de los desechos corporales. Evitemos arrojar por sifones limpiadores, disolventes, aceites etc. Productos plásticos o en general no biodegradables deben ir al reciclaje de sólidos.</p>
7	<p>RESPECTO Reducción de residuos sólidos No hay lugar para el desperdicio: la mejor solución es la reducción</p>	<p>Lo único realmente viable con respecto a los residuos sólidos es el de las tres erres, reducción, reutilización y reciclaje. Evitemos productos demasiado empacados, reutilicemos lo todavía útil, y para poder reciclar, por respeto mínimo a los que realizan estas labores, separemos orgánico de inorgánico, plástico de vidrio, separemos el material de papel de sanitarios aparte. Si en casa se generan escombros llamar al 116, para su adecuada disposición y no a través de cargadores ilegales que los depositarán en el espacio público.</p>
8	<p>AGRADECIMIENTO Memoria del agua El buen trato al agua queda grabado en ella</p>	<p>Se llama resonancia al patrón de estructuras temporales que forma el agua, millones de veces por segundo. Estas vibraciones dependen de las sustancias o influencias a las que el agua haya estado expuesta. También es memoria las historias de cuando la considerábamos sagrada, del esfuerzo de llevarla a casa cuando no había acueductos, el recuerdo cálido del vientre materno.</p>

EL VIAJE POR EL SISTEMA DE ACUEDUCTO y ALCANTARILLADO

1	<p>CAPTACIÓN Río</p> <p>El cauce natural es tomado parcialmente, el resto, libre, es el caudal ecológico</p>	<p>Cada río tiene su personalidad, su historia, su memoria. Ellos requieren de un caudal mínimo para funcionar como ecosistema, sus pozos para los peces, los usos del humano en sus riveras. Por ello en toda captación se deja un porcentaje libre, llamado caudal ecológico.</p>
2	<p>PREVISIÓN Embalses</p> <p>Como grandes lagos artificiales, sirven para regular y reservar</p>	<p>Los embalses son reservas artificiales de agua. Pero para funcionar y perdurar requieren que sus cuencas de recarga y captación estén en estado ideal y se crean reservas naturales a su alrededor, beneficiando con ello a la vida silvestre y su conservación. Durante el llenado, también es importante la consideración del caudal ecológico de los ríos que contribuyen a llenarlo.</p>
3	<p>CONDUCCIÓN Túneles y tubos</p> <p>Arterias que dan vida a la ciudad</p>	<p>Cerca de 50 Km. de túneles y de 7.500 Km. de tuberías conforman la red del sistema de acueducto y alcantarillado de la ciudad, una complejidad de venas y arterias que garantizan una de las mejores aguas del mundo, de mejor calidad que el agua embotellada que vale mil veces más.</p>
4	<p>POTABILIZACIÓN Plantas de vida</p> <p>Garantizan un servicio de calidad, 24 horas cada día sin parar</p>	<p>La potabilización repite a escala industrial lo que a menor escala hacen los pequeños arroyos: primero el agua debe ser decantada y floculada es decir las sustancias pesadas van al fondo, las que por ser tan pequeñas causan turbidez son aglutinadas para luego ser filtradas. Luego se corrige el Ph dejando el agua neutra y se añade cloro para desinfectar.</p>
5	<p>DISTRIBUCIÓN Redes domiciliarias</p> <p>Venas que traen vida a cada hogar</p>	<p>Cerca de mil quinientos millones de seres humanos todavía no tienen al alcance agua de calidad. La red de distribución domiciliar libera sobretodo a mujeres y niños de la tarea de acarrear el agua.</p> <p>El agua es un derecho universal y logra el acceso total es uno de los 8 objetivos del milenio propuestos por las Naciones Unidas. Mientras tanto quienes disfrutan de este servicio deben valorarlo y agradecerlo.</p>
6	<p>TRATAMIENTO Aguas residuales</p> <p>Gratitud es comenzar a tratar bien el agua</p>	<p>El costo de tratar aguas residuales es muchas veces superior al de potabilizar. La mitad de la población humana vive en ciudades y el volumen de vertimientos es enorme. Poco a poco las ciudades aprenden a reprocesar esta agua, para que algún día devolvamos los ríos tan limpios como se recibieron, un deber para con los habitantes, aguas abajo.</p>
7	<p>DRENAJE Canales</p> <p>Cuidar nuestros canales, es la clave para un ambiente sano</p>	<p>El acueducto proporciona tres servicios: el suministro de agua a cada hogar, con un cubrimiento del 100% de los barrios legalizados, el drenaje de aguas lluvias, la evacuación de aguas residuales sépticas. Si uno solo de estos servicios llegare a faltar la ciudad colapsa, demostrando que tan importante es recibir como evacuar. Aceptar como liberar.</p>
8	<p>ENTREGA De regreso al río</p> <p>Antes de llegar al mar esta agua servirá a muchos. ¿Cómo la dejamos?</p>	<p>Es claro que en ninguna ciudad del mundo se pensó que llegaría a ser tan grande cuando la fundaron, ni que los volúmenes de aguas residuales serían tan enormes. Poco a poco se van implementando medidas para tratar el agua. Las plantas de tratamiento son necesarias pero ello no excluye que cada uno desde su casa pueda colaborar con pequeñas acciones en la gran tarea de entregar un agua mejor cada día.</p>

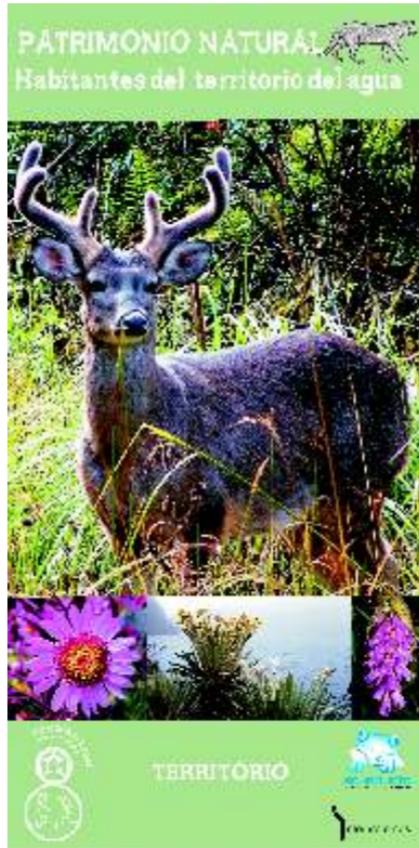


*Imagen de bosque entre neblina, Parque Chingaza.
Palma de cera, Cerroxilon quindiuense, árbol nacional.*

Foto: Adela Chacín

El proceso por el cual el bosque y el páramo recogen el agua se denomina intercepción. Una vez que entra en el follaje, el aire cargado de neblina pierde velocidad y las esferitas líquidas, decantan por gravedad mojándolo todo. Los diseños de las hojas y los musgos han evolucionado por millones de años para aumentar la eficacia de la recolección. Sin bosque, el agua de las nubes pasaría de largo. Igual función de recoger agua cumplen las plantas del páramo al llenarse de rocío y almacenarla entre los musgos.





Frailejones (Espeletia grandiflora) frente a la laguna de Guasca, laguna intermedia del conjunto de las tres que conforman las lagunas de Siecha, Venados de cola blanca (Odocoileus virginianus), una falsa "árnica" de páramo (Senecio formosum) y la orquídea (Eleanthus ensatus) Parque Chingaza.

Foto: Adela Chacín

Los frailejones son el símbolo del páramo. Sólo cuatro países poseen frailejones, que corresponden al biotipo vegetal llamado cauliroseta. (Rosetas de hojas con un tallo central de soporte). Pertenecen como el senecio a la familia de las compuestas o asteráceas, del mismo grupo del girasol. Entre frailejonesales y parches boscosos se establece un ambiente variado que el venado aprovecha para pastar.





Puya trianae en el páramo de Cruz Verde, reserva El Delirio, del acueducto.

Foto: Adela Chacín.

Las puyas han desarrollado formas para gestionar el agua, basadas en los principios físicos de captación, capilaridad, conducción, formas que recuerdan un laboratorio viviente: embudos, recipientes, tubos, esponjas.





Icono del programa pedagogía del agua.

Diseño: Tomas Estévez

Diseñado en círculos concéntricos de adentro hacia fuera como metáfora de pensar globalmente pero actuar localmente, se inicia en el corazón y se completa con la Tierra. Por el corazón pasan cerca de 250 millones de litros de agua durante una vida en promedio. Es también el símbolo de una educación participativa con inclusión y sensibilidad social. El siguiente nivel lo constituye el cuerpo hecho en dos tercios de agua, y en un balance cabeza y cuerpo, metáfora del conocimiento y la investigación como pilares de sostenibilidad. Este cuerpo está dentro del hogar como símbolo de la unidad mínima de gestión del agua, donde se decide el comportamiento ciudadano, y se encuentra inmersa dentro del mundo como la casa de todos.

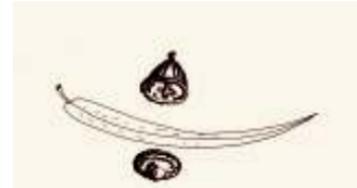




Camino real de El Delirio entre Bogotá y Ubaque.

Foto: Adela Chacín.

Estos caminos fueron realizados con tecnología colonial española y mano de obra indígena, y fueron concebidos para perdurar, caminos de agua que comunicaban la capital con sus regiones provinciales. Hoy renacen como posibilidad de encuentro con una naturaleza que habíamos olvidado, sus piedras milenarias serán de nuevo recorridas por los visitantes que recordarán a los “colegiantes” de la Expedición Botánica, los recolectores de quininas, los campesinos que llevaban sus productos de Choachí a Bogotá o los bogotanos que bajaban al “balcón de la luna” a relajarse en sus termales.





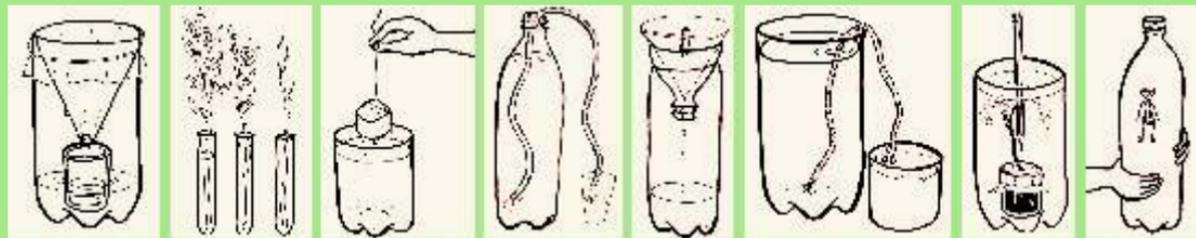
Pictografía "El Rey" en el camino al Meta, embalse de San Rafael.

Foto, Tomás Estévez.

La pictografía muisca se encuentra en un abrigo rocoso que domina una preciosa vista sobre el embalse de San Rafael, como si de manera clarividente los artistas hubieran previsto que en este lugar habría un espejo de agua que se ha convertido en un nuevo hito del paisaje y elemento focal de un parque natural, espacio que está llamado a cumplir una importante misión en la pedagogía del agua. Sus diseños nos recuerdan la complejidad y los hemos asimilado por metáfora a redes y tubos, caminos y calles, complejidades de relaciones, ya que no tenemos referentes de lo que pudieron significar para los artistas que la plasmaron en la roca.



APRENDER DEL AGUA



Guía de
experimentos

Construyamos un laboratorio móvil con elementos recuperados del reciclaje



La caja de herramientas proporciona los recursos que pueden apoyar sencillos experimentos para descubrir la física y la química del agua en un salón. Por su tamaño y alcance, que han sido concebidos buscando que fuera un elemento portátil, la caja no incluye cosas como envases de mayor tamaño, cubas de experimentación, ni objetos de la vida cotidiana que se pueden incorporar sin mayor costo ni esfuerzo. Por ello se propone aquí una lista de elementos adicionales de fácil obtención, que se requieren para el desarrollo de las prácticas.

Envase alto de boca ancha. Equivale a un Beaker de dos litros.

Cortar un envase de gaseosa PET, preferiblemente incoloro y transparente de dos litros, por la línea superior que hay antes de comenzar a estrecharse en el cuello de la botella. Conservar la parte superior como embudo.

Envase bajo de boca ancha.

Cortar otro envase similar por la mitad.

Envase pequeño. Cortar dos envases de agua potable de 500 cc por la parte superior.

- ★ Platón de boca ancha.
- ★ Disponer para los experimentos de un recipiente comercial tipo platón o palangana ancho y pando.
- ★ Disponer durante los experimentos de una toalla o bayetilla, y si se quiere, algunas servilletas para el secado de elementos.

Adicionalmente se incluyó en la lista de elementos utilizados en los experimentos algunos de uso cotidiano pero no suministrados en la caja:

- ★ Una pizca de jabón en pasta de lavar loza.
- ★ Una tapadita de lejía (hipoclorito de sodio).
- ★ Vinagre.
- ★ Una bolsa de té para producir una infusión coloreada.
- ★ Sal.
- ★ Un cubo de azúcar o una tiza (para un experimento adicional de capilaridad).
- ★ Hielo y un trozo de hilo.

Adicionalmente se incluyeron algunos elementos citados como:

- ★ Filtro de café.
- ★ Abalorios para decorar la ranita buceadora.
- ★ Un capilar.
- ★ Una barrita de plastilina.
- ★ Pedazo de “foamy” o cauchoespuma para recortar los elementos del experimento de tensión superficial.

El facilitador puede conseguir estos elementos en la cantidad que considere necesaria según la cantidad de réplicas o grupos que quiera manejar; o si más bien va a realizar una práctica magistral frente al grupo. De esta planificación inicial dependerá de si va a proporcionar los materiales a cada subgrupo para trabajo individualizado por mesas y cuántas réplicas prepara.

Anotaciones sobre seguridad

No se consideraron experimentos con materiales corrosivos, tóxicos o explosivos. No se incluye mechero para no manejar fuego en los espacios de experimentación, excepto un experimento que sugiere el uso de una vela (no incluida). Si se requiere agua caliente, se acudirá a un servicio de tintos o greca, a fin de conseguir o solicitar a la persona encargada un poco de agua caliente. En caso de no disponer de esta facilidad, se puede recurrir a que el multiplicador lleve un poco de agua caliente en un termo. También se requiere hielo en alguno de los experimentos, en una cantidad muy pequeña, conseguible en cualquier nevera sin tener que acudir a la compra de una bolsa en un dispensador.

Es el multiplicador o facilitador de la actividad, quien decide en qué circunstancias maneja el agua caliente y en qué cantidad, y no debe dejarse esta labor en manos de menores sin asistencia de una persona mayor.

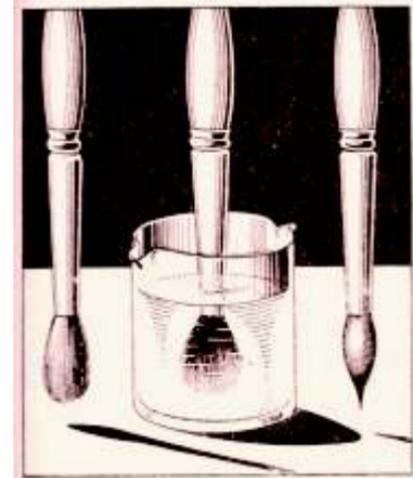
El único experimento que genera calor (exotérmico) es el de apagar cal con agua, lo que se constituye en una sorpresa para los participantes; se trabaja con la cal en una bolsita sellable, para que la temperatura se perciba mejor. La temperatura no sube más allá del rango de seguridad ya que se trata de un experimento moderado por el agua.

Siempre es recomendable en laboratorios de química el uso de una bata y gafas protectoras, pero no se considera así en el caso de estos sencillos experimentos, excepto por el cuidado que se ha de tener con la cal: debe tenerse mucho cuidado de que la cal viva no caiga en mucosas húmedas como labios u ojos. Los riesgos de estos experimentos son apenas comparables a los de una cocina familiar.

Notas sobre la estructura de cada conjunto de temas.

Cada grupo de los ocho conjuntos de experimentos se introduce con un párrafo de concepto general o contexto. Luego se propone un objetivo u objetivos y se procede al listado de materiales, para cerrar luego de las instrucciones, con un análisis.

No se incluyen formatos o guías fungibles, para dar libertad al multiplicador sobre cómo desarrollar su práctica.



EXPANSIÓN

Los fluidos se mueven por diferencias de densidad y estas también dependen de diferencias de temperatura. En mares y lagos este movimiento se convierte en corrientes que distribuyen nutrientes y calor. El planeta mantiene una gran circulación a través de las corrientes marinas que determina el clima global. Este movimiento unifica el ciclo hídrico con el movimiento de masas de aire, derivado de la rotación de la tierra, y así toman su forma los vientos. En resumen el agua es el plasma de un planeta vivo que transporta nutrientes y calor.

Objetivo

Visualizar el movimiento de agua caliente entre agua fría por medio de tinta o colorante de alimentos, de modo que descubramos un modelo en miniatura de los movimientos de masas de agua en los mares, origen de corrientes oceánicas, o su equivalente en la atmósfera, origen de vientos.

Materiales

- Un vasito de vidrio de licor de los más pequeños o un frasquito de remedio vacío de boca ancha (no provisto).
- Un recipiente transparente de boca ancha, envase PET de boca ancha de dos litros.
- Película plástica delgada de la de envolver alimento tipo vinil (no provista). En su defecto, plástico corriente de bolsa.
- Una liga de caucho.
- Un lápiz bien afilado.
- Tinta o colorante de alimento.

1.1 Ríos entre el agua.

Tomar las precauciones debidas al manejo de agua caliente.

Llenar el envase pequeño de agua caliente teñida con tinta, colorante vegetal o tinto.

Tapar el envase pequeño con el plástico estando todavía caliente el líquido coloreado, tratando de que no quede atrapada una bolsa de aire, es decir, lleno total hasta el plástico, y sellar con el caucho. No perder tiempo entre este punto y el siguiente, para lograr una buena diferencia de temperatura.

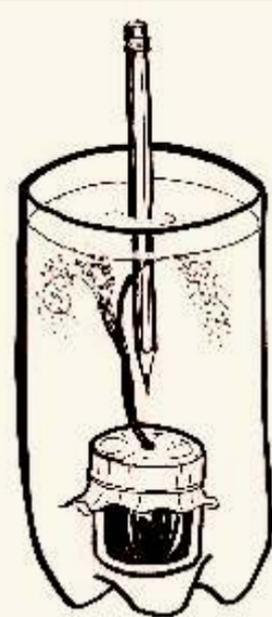
Introducir el envase así preparado dentro del envase PET, y llenarlo de agua fría. De inmediato punzar con el lápiz un hueco en la membrana plástica y observar. Si deja de fluir espontáneamente el chorro de agua entintada por el hueco, empuje con suaves golpes la membrana plástica por el lado del borrador y saldrán nuevos “borbollones” de agua coloreada y caliente.

Recomendaciones. Si no se dispone de agua caliente en el salón donde se realiza la actividad, se sugiere tomarla de una greca que provea agua caliente o tinto, el mismo

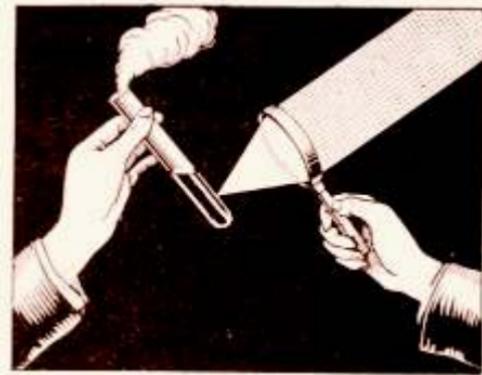
color de este ayuda al efecto deseado, aunque se puede reforzar su intensidad con más colorante para ver mejor el resultado (preferiblemente colorante vegetal o tinta de estilógrafo).

Información

El agua sube porque lo caliente se dilata, si aumenta su volumen el agua será menos “pesada” comparada con el agua fría, para un mismo volumen, esto es, menos densa. La corriente que se forma en bucles circulares como en el dibujo, se llama corriente de convección. Este proceso explica movimientos del magma (roca en estado líquido) bajo la corteza terrestre, origen de volcanes y movimientos continentales, el movimiento de los océanos y de la atmósfera, e incluso explica la forma de los cúmulos-nimbus, nubes de tormenta muchas veces portadoras de granizo.



Mientras más progresa la ciencia de la cosmología con nuevas ventanas y potentes telescopios, más nos asombramos de encontrar agua en un planeta. Entre muchos, nuestro planeta es muy singular: más admirable aún, que este mineral maravilloso se encuentre en los tres estados fluyendo de un estado al otro en un eterno ciclo. Todo cambio de estado implica transferencia de calor. Un hielo que se está derritiendo en el vaso de agua, mantiene su temperatura en un punto cercano al cero porque a medida que recibe calor del medio circundante este calor es absorbido mientras el agua pasa al estado líquido. Lo mismo pasa en una olla que ponemos a calentar: la temperatura va subiendo más o menos de manera pareja, pero una vez entra en ebullición, todo nuevo calor que recibe lo convierte en



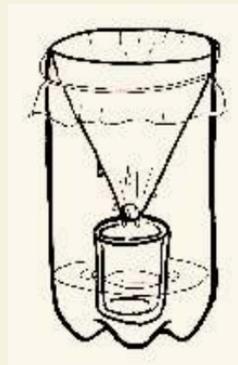
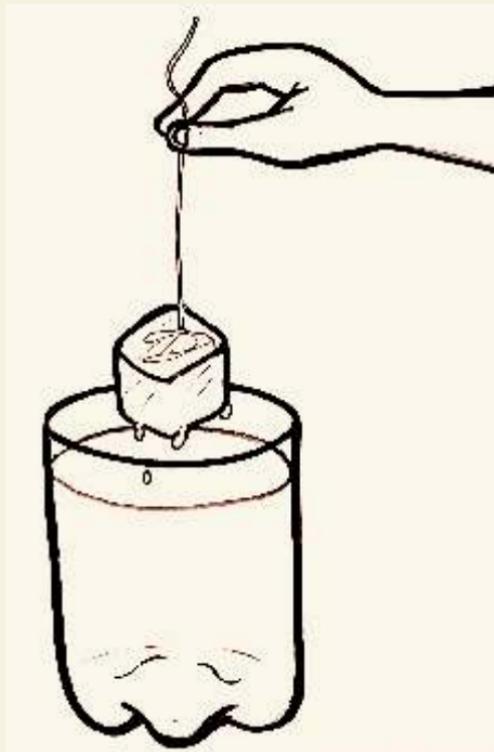
energía cinética, es decir, movimiento para que sus moléculas “vuelen”, entonces en la olla la temperatura se mantiene estable a 100 °C, mientras todavía quede agua (esta temperatura, llamada “punto de ebullición” es un poco menor que 100 °C, a la altura de Bogotá). La estabilidad de la temperatura derivada del hervor del agua, constituye el principio de casi toda culinaria, sobre todo de las sopas y cocidos. Más arriba de esta temperatura, el sabor y las vitaminas se perderían. La capacidad de absorber y liberar grandes cantidades de calor manteniendo estable la temperatura, convierte al agua en el gran regulador planetario, por eso el clima cerca de una costa es más amable, mientras que en el interior (efecto de continentalidad) se experimentan los mayores extremos de frío o de calor.

Objetivo

Descubrir procesos de cambio de estado que ocurren con elementos de la vida cotidiana como un cubo de hielo en un vaso, una lata fría, un café caliente, etc., y aplicar las observaciones a los cambios que suceden en el agua durante el ciclo planetario.

Materiales

- Cubos de hielo.
- Vaso de agua.
- Salero.
- Un trozo de hilo.
- Una lata sin abrir recién sacada de la nevera o una botella de vidrio también fría.
- Una taza de algún líquido caliente como té o tinto o simplemente agua caliente disponible en un termo para servir en una taza al momento de la prueba.



Materiales Proyecto adicional

- Trozo de membrana plástica.
- Bola de vidrio.
- Caucho.
- Vasito pequeño.





2.1 Pesca asombrosa.

Proponga a los participantes el siguiente reto y espere sólo unos minutos antes de que se rindan: alzar un hielo que flota en el vaso de agua utilizando sólo el trozo de hilo provisto (previamente usted ha dejado el salero disimuladamente sobre la mesa de la prueba, entre otros elementos del taller, sin hacerlo notar y sin decirles para qué es).

Disponga de tantos vasos con su respectivo hielo como subgrupos haya organizado.

Luego del tiempo prudencial puede revelar la solución:

Dejar caer hilo mojado bajándolo para que quede acomodado en una o dos vueltas sobre el hielo y sobre esta parte se espolvorea una pizca de sal. Halar con suavidad verificando que la sal ya “pegó” los dos elementos. El hielo debe quedar colgando. Permitir ahora que los participantes lo practiquen.

2.2 Gotas misteriosas.

Secar con una toalla una lata fría recién sacada del refrigerador o una botella fría sin destapar.

Si se carece de refrigerador en el sitio del taller pero se dispone de hielo, se valdrá el siguiente experimento: triture hielo y mézclelo con sal, introdúzcalo dentro una lata de aluminio por la boca a cucharadas, y rinda la mezcla con un poco con agua. Ahora séquelo con una toalla. Si no se dispone de lata, servirá también uno de los envases PET cortados para el efecto. Obtendrá temperaturas bajo cero en el interior para ver el efecto deseado en la parte exterior del envase. Se formará primero un vaho y luego se va aglutinando en gotitas que luego se escarchan. Proponga la siguiente reflexión: ¿de dónde salen las gotas que mojan las superficies frías?

2.3 Lluvia en una taza.

Coloque una botella fría o una lata fría sobre una taza que está liberando vapor a partir de algo caliente como té o café, y observe la condensación de gotas bajo el elemento frío. En ese momento hay un pequeño ciclo del agua completo: de la taza sale la evaporación que se condensa en la superficie fría y que cae como lluvia de nuevo directo al “mar” que queda representado por la superficie cálida.

2.4 Proyecto de un día. Un destilador solar.

Proponga armar en un rincón de la casa o salón, que reciba sol, un modelo de ciclo hídrico: (dibujo) el sol calienta el agua salada, esta evapora y se condensa ya sin sal sobre el cono y escurre al vaso central. Un modelo a mayor escala ha sido utilizado por campistas en lugares donde habiendo agua barrosa o salada, se carece de agua de beber. Basta un metro cuadrado de membrana plástica o más según el tamaño del proyecto. Se hace un hoyo en la tierra y se pone la membrana floja, sostenida con estacas y piedras, colocando una piedra en el centro para darle forma al cono, habiendo dispuesto el recipiente de recoger en el centro. Se deja de un día para otro. Al amanecer, según clima y circunstancias (esto no está garantizado, depende mucho del clima local y debe estar avalado por experiencias previas del campista), se habrá generado condensación que lleva agua pura al recipiente del centro. Si no se ha formado condensación, puede enfriar el cono agregando agua fría por encima.





Recomendaciones

Si el auditorio es de niños, sólo el multiplicador debe manejar el agua caliente, tomando las debidas precauciones.

Información

Pesca asombrosa. Toda sustancia soluble como la sal, le pide energía al entorno para poder disolverse. Por esta razón calentamos una sopa. El hielo se mantiene a una temperatura de cero grados, punto de fusión del agua sólida. El hilo mojado se integra a la delgada película de agua líquida que se encuentra sobre el hielo y al contacto con la sal, la temperatura baja unos pocos grados congelando el hilo contra el hielo.

¿Congela o no congela? Como complemento de lo anterior, luego de este taller, puede hacer la siguiente prueba: ponga un vaso de agua salada en el congelador. Como patrón de comparación coloque

jugo para hacer una paleta o agua corriente en sendos vasos de plástico o metal (los vasos no deben ser de vidrio pues la dilatación del hielo los romperá). El agua salada no se congela a la temperatura de un refrigerador casero.

Tradición del helado de paila. Consiste en utilizar este principio para bajar la temperatura hasta 20 °C bajo cero. En un platón se coloca hielo molido y sal, y dentro de este se acomoda una paila de metal flotando dentro de la mezcla, pero cuidando que no caiga aguasal en su interior. Dentro de esta última se agrega el jugo natural que queremos convertir en un cremoso helado. Se mantiene una agitación constante con una cuchara de palo y en cosa de minutos se obtiene la contextura cremosa deseada. La agitación no deja que los cristales de hielo se unan en un solo bloque, mientras que el calor se transfiere de la paila al sumidero de calor, que es la mezcla de hielo y sal del recipiente inferior. Se obtiene así una crema de sin igual textura, pero sin aditivos espesantes, tan natural como la mezcla de jugo que se adicionó.

La superficie del mar presenta el nivel más bajo posible. Las depresiones conocidas como el mar Muerto en Israel o el valle de la Muerte en Estados Unidos son debidas a mares interiores en proceso de evaporación y constituyen notables singularidades del relieve planetario.

Mientras tanto, podemos afirmar que toda agua que esté por encima “quiere” llegar a ocupar su nivel mínimo posible, integrarse al mar de donde salió hace años o siglos dependiendo de la historia particular de cada molécula de agua. Esta tendencia tiene dos fuentes: la fluidez del agua líquida y la fuerza de gravedad. Mientras el maravilloso líquido pasa por la vida, incluso nuestro cuerpo, va vistiendo de verde las tierras emergidas que llamamos islas y continentes. El agua siempre quiere “encontrar su nivel”.

Objetivo

Verificar el comportamiento del agua en conductos y recipientes. Descubrir en estos comportamientos los efectos de la gravedad y la presión atmosférica. Aplicar estos conocimientos a la comprensión de lo complejo que es el ciclo hídrico y a su vez el sistema de acueducto de una ciudad y con estos elementos comprender la ciudad a través de la metáfora del organismo vivo.



Materiales

- Manguera plástica.
- Recipiente alto y recipiente bajo recuperados de envases PET.
- Envase PET de dos litros.
- Envase de medio litro de agua potable.
- Chinche de cartelera.
- Pitillos.

3.1 Ducha portátil.

Perfore con huequitos muy pequeños el fondo del envase de 500 cc de agua potable (material de reciclaje) utilizando el chinche de cartelera o un alfiler de cabeza redonda. No perfore sino en el nivel del fondo; no lo haga ni en el centro del asiento del envase porque es más grueso y hundido ni en las paredes. Consérvelo con su tapa. Llénelo, y estando todavía con agua tápelo rápidamente. Accionando la tapa como si fuera el grifo mientras sostiene el recipiente en posición vertical, observaremos una ducha portátil para regar macetas, bañar un bebé, graduar un riego gota a gota en una matera. Hemos obtenido en minutos un invento muy antiguo llamado clepsidra.

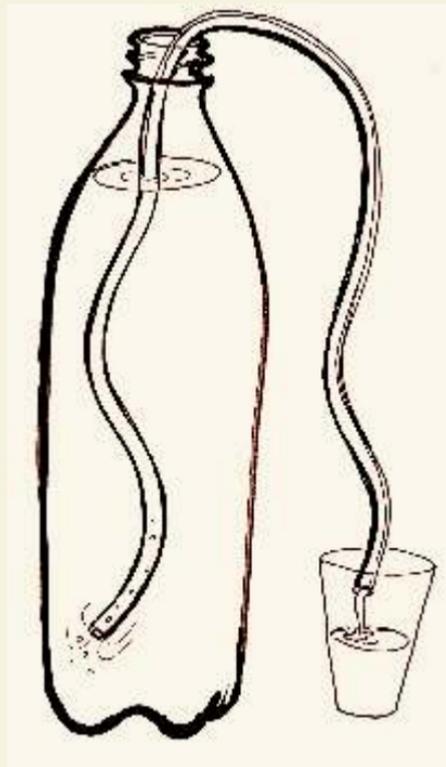
3.2 Sifón.

Coloque el tramo de manguera dentro del recipiente alto y lleno de agua, chupe un poco y libere la otra punta sobre el recipiente pequeño. Observe y explique. Permita que los participantes construyan sus propias explicaciones.

3.3 Vasos comunicantes.

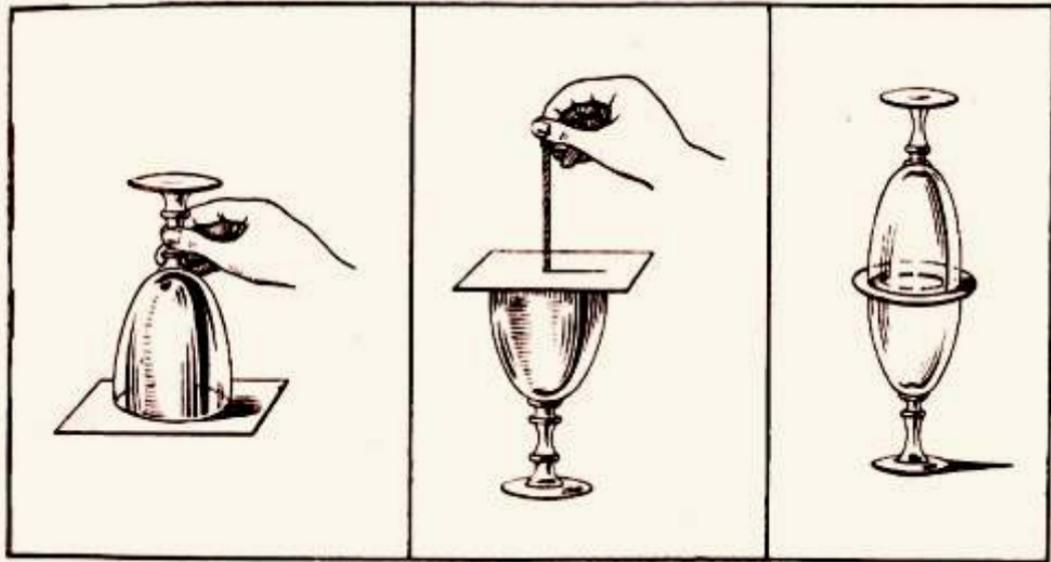
Utilice su manguera parcialmente llena de agua como nivel sosteniéndola en "U", y marque sobre una referencia horizontal como una pared, la línea de nivel. Observe cómo este instrumento puede servirle para marcar niveles en una pared, para nivelar cuadros o muebles.

Puede pegarlo con cinta a una regla para mejorar la precisión del instrumento.



3.4 Misterioso tapón.

Llene un vaso de vidrio con agua hasta el borde. Tápele con una cartulina o papel grueso y sosteniéndolo con la mano, volteeo; luego, con cuidado y manteniendo el platón vacío debajo (por precaución para no mojar el piso o mesa), quite la mano que sostenía el papel, que deberá quedar pegado. Con poco entrenamiento aprenderemos a dejarlo sostenido, por una misteriosa fuerza que le gana al peso del agua.





Información

Al observar una manguera que mana agua sin que nadie la esté bombeando, se recupera esa sensación de milagro o de asombro que se tenía de niño ante tantas cosas que hoy consideramos triviales. No tendría misterio si el hueco o tubo de salida estuviera ubicado por abajo, como en el tanque de la casa, pero lo interesante del sifón es que el agua sube primero. Una parte de la explicación reside en que el ramal o cilindro de agua que está cayendo es más largo que el ramal ascendente, por tanto, al caer “bombea” a la parte que sube de una manera constante y continuada. ¿Pero más bien, se debería partir la columna de agua dentro de la manguera y cada parte caería por la acción de gravedad dejando la manguera vacía? Si así fuera, el vacío hipotético que iría quedando en el centro, tendría presión atmosférica cercana a cero (por ser vacío) y la propia presión atmosférica ejercida en cada extremo de los dos ramales empujaría el agua y cerraría ese espacio, como cuando succionamos una bebida con el pitillo. Este modelo mental nos permite regresar a la explicación anterior, en que la gravedad es la causante

del proceso. Otra metáfora útil para explicar el sifón la constituye una balanza fluida donde la parte más larga va pesando más y siempre va cayendo y por tanto siempre va “bombeando” o succionando la parte más corta.

Aplicaciones

Sifonado de recipientes altos, trasvase de líquidos, sifones de rejillas e inodoros para que el agua residual en el codo mantenga aislados los olores. El gran “sifón de Teusacá”, por medio del cual 80% del agua que ingresa a la ciudad pasa por debajo de una montaña, una carretera y un río antes de entregar el agua a la planta Wiesner y el embalse de San Rafael. El túnel del Diamante, primer tramo del recorrido hacia la ciudad desde el embalse de Chuza, tramo en el cual el túnel va de “lleno completo”, cayendo por gravedad hasta el túnel de ventana donde ya el agua se libera a través de una válvula, y si bien sigue todavía por túnel, ahora va de flujo libre, como un río subterráneo.

La decantación es el proceso por el cual los sólidos suspendidos en el agua van cayendo al fondo cuando aquella queda quieta. Este proceso formó en antiguas playas capas que luego se convirtieron en rocas areniscas, si eran de arena, o pizarras, si eran de limos o arcillas. Ocurre decantación en la manera de hacer el tinto campesino sin utilizar filtro, en la preparación del sagú, una harina de la planta de achira. En los acueductos también se recurre a este proceso para separar la mayor parte de los sólidos suspendidos antes de llegar a los filtros y así no agobiarlos tanto de carga sólida, y minimizar los mantenimientos.

Objetivo

A. Realizar un ciclo de la cal, primero “apagando” cal para producir un agua de cal, decantar, filtrar, y verificar la condición alcalina del agua resultante. También utilizar el agua de cal como indicador de un producto de nuestra respiración, el gas carbónico.

B. Realizar a pequeña escala algunas de las etapas que se desarrollan en los procesos de potabilización del agua como son floculación, decantación y filtración.



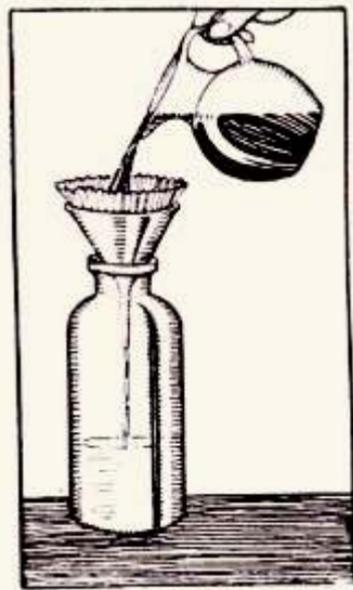
Materiales

- Cal viva o apagada.
- Trocito de arcilla.
- Papel de filtro.
- Envase PET cortado como embudo para colocar el filtro.
- Linterna (no incluida en caja de herramientas).
- Alumbre.
- Manguera.
- Pitillo.

4.1 Cal viva, cal apagada.

Precauciones: no ingiera cal ni la ponga en contacto con mucosas húmedas como labios, ojos. No la manipule con manos húmedas.

Procedimiento: Colocar unas tres paladitas de cal en una bolsita plástica vacía (puede servir la de la lupa), es decir mas o menos el equivalente a una cucharada dulcera de cal. Agregar agua apenas como para mojarla, de gota en gota utilizando la pipeta. Cierre la bolsa y apriete la cal con el agua para que hagan buen contacto y vaya sintiendo la temperatura de la masa resultante. El grado de calor liberado muestra qué tan “viva” estaba la cal.



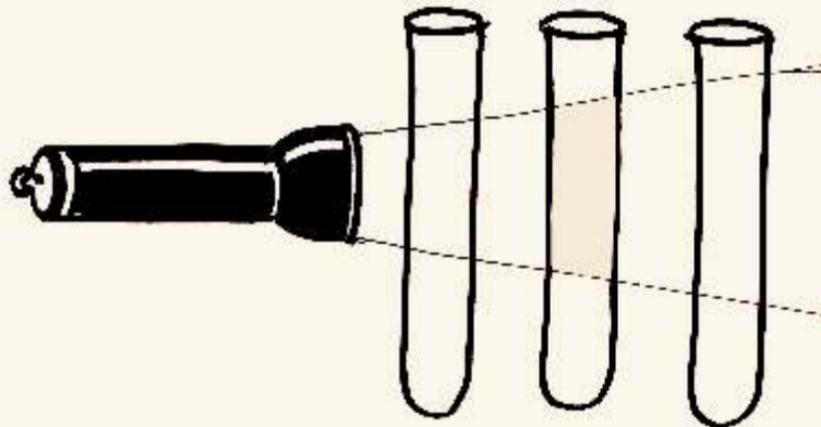
4.2 Agua de cal.

Una vez el sistema se enfría, ya la cal ha sido apagada. Añadir en otro recipiente (envase de 500c.c.) lleno con agua de la llave, la masa de cal que resultó de la bolsa y agitar para producir una lechada de cal. Preparar el montaje filtrante, es decir, el cuello de la botella cortada invertido y con un filtro de café dentro de él, y agregar la lechada de cal diluida para recoger al otro lado el líquido filtrado.

Saldrá de todas formas un líquido filtrado algo blanqueado porque el poro de un filtro de café no es muy fino. Dejar en reposo para decantación. Luego de un tiempo prudencial el líquido decantado debe estar casi transparente. Si no está, pasarlo de nuevo por una etapa de filtración y guardar el agua resultante con el rótulo: agua de cal.

4.3 Dispersión coloidal de arcilla.

Disolver un trozo de greda del tamaño de un dado entre uno o dos litros de agua en uno de los envases grandes hasta obtener un agua bien lechosa o de color arena. Dividirla en dos, en recipientes de 500 cc de los de agua potable. A uno de los dos se le agregará una disolución de alumbre obtenida en el experimento 6. Si no se ha realizado este experimento primero, vaya a 6.2. (el experimento ha sido propuesto redundantemente, para que se pueda realizar en cualquier orden ya sea el 4 o el 6 primero).



4.4 Efecto Tyndall.

Llenar un tubo de ensayo con el agua de arcilla lechosa y otro con agua pura de la llave. Observar con una linterna el efecto Tyndall: el chorro de luz se ve destacado por las partículas suspendidas. Estas dispersiones no se decantan, pueden pasar muchos días y permanecen iguales, es decir las partículas son tan pequeñas que nunca bajan al fondo. También se puede ver el efecto con un rayito láser de un “pointer” o señalador de conferencias. Filtrada el agua de arcilla con un filtro café, se seguirá viendo el efecto Tyndall, puesto que estas partículas son tan diminutas que no son filtrables. Se requiere aglutinarlas para que puedan ser decantadas y filtradas.



4.5 El agua de cal como detector de un misterioso gas.

Del experimento del agua de cal llenar un tubo de ensayo.

Preparar un instrumento soplador de la manera siguiente: doblar un pitillo por sus últimos 5 cm. y muy cerca del doblez picar varias veces con el chinche de cartelera de modo que queden huecos muy pequeños.

Introducir el pitillo soplador doblado y soplar lentamente sin que las turbulencias salpiquen el agua afuera del tubo de ensayo. Mantener el soplado por cierto tiempo, y en un lapso un poco menor al minuto se irá blanqueando de nuevo el agua de cal que ya



era transparente.

Si se continúa el soplado, el blanqueado desaparecerá de nuevo: un exceso de gas carbónico le otorga de nuevo una condición ácida al agua.

Repetir el experimento con más agua de cal, pero esta vez habiendo agregado a ella unas gotas de la solución de fenolftaleína (obtenida en el experimento 6.4).

4.6 Aguas duras, aguas blandas.

Ponga agua de la llave hasta la mitad en un tubo de ensayo e igual cantidad de agua de cal en otro. Agregue un trocito de jabón, o unas gotas si tiene jabón líquido, en ambos tubos. Agítelos para tratar de obtener espuma. ¿En cuál de los tubos se forma espuma?

Información

Las rocas calcáreas abundan en dondequiera que hubo actividad biológica en mares antiguos, ya sea que formaran parte de arrecifes coralinos, o de depósitos de conchas en playas.

Esta roca es carbonato de calcio, calcita o simplemente cal o “creta” en una de sus formas.

Estos depósitos le dieron su nombre al municipio de La Calera, y el camino del Meta, hoy parte de las rutas pedagógicas, era un camino para traer cal en mulas hasta la capital, por ello fue tan bien estructurado con enormes rocas y buenos puentes sobre los pasos de agua.



La cal era “quemada” en hornos para obtener una forma más simple pero útil de cal, la cal viva u óxido de calcio, como ocurría en los hornos que se encuentran en el camino de El Delirio, y la fuente de calor era madera y leña de los bosques nativos, principalmente los encenillos y robles, especies de buen poder energético.





La cal viva al encuentro con el agua reacciona “robándole” una parte de la molécula del agua, el grupo OH, es decir, se hidrata (la raíz o sufijo de agua es “hidro”) y se convierte en hidróxido de calcio o cal apagada, que se ha utilizado para pintar paredes o en el mundo antiguo antes del cemento para producir una argamasa con arena que era llamada mortero, para pegar ladrillos o piedras. El hidróxido de calcio es soluble en agua solamente en una pequeña proporción, de modo que si se lo filtra y decanta se obtiene un líquido transparente llamado agua de cal.

Esta agua de cal al contacto con el gas carbónico, de inmediato se transforma en carbonato de calcio, este es insoluble en el agua, de modo que se precipita y se convierte de nuevo en una lechada de carbonato de calcio, la misma de la que están hechos nuestros huesos, conchas marinas, minas de roca calcárea.

Hemos cerrado un ciclo que se resume así:

(De la mina): sale roca calcárea, carbonato de calcio.

(Del horno): sale óxido de calcio

(Carbonato de calcio + oxígeno y calor = = Óxido de calcio + Gas carbónico). (1)

(Del apagado con agua): sale hidróxido de calcio en forma de lechada de cal, dispersión de hidróxido de calcio en agua, pintura de encalar muros.

(Óxido de calcio + agua = = = Hidróxido de calcio + calor) (2)

(Del filtrado): sale agua de cal, disolución de hidróxido de calcio

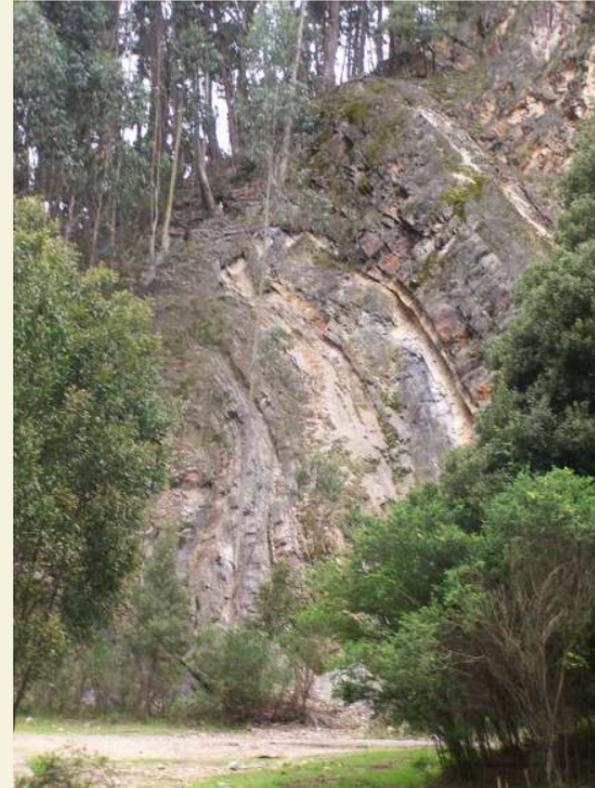
(Del burbujeo de la respiración entre agua de cal): sale carbonato de calcio que precipita al fondo.

(Hidróxido de calcio + gas carbónico = = = Carbonato de calcio + agua) (3)

Obsérvese que en la reacción (2) se devuelve parte del calor que se le dio al sistema en el horno y en la reacción (3) se devuelve parte del agua con la que se había hidratado la cal.

Con estos elementos un profesor de química o ciencias, ya puede escribir las ecuaciones con la simbología respectiva e incluso balancear ecuaciones. El grado de cal que contenga un agua se llama dureza. El agua de cal no forma espuma porque los iones de calcio neutralizan el jabón. En el acueducto de Bogotá gozamos de una de las aguas más blandas del mundo, es decir, con un bajísimo grado de dureza. El grado de “dureza” del agua no afecta a la salud, pero sí afecta en parte la sensación de quedar bañado, porque el jabón y el champú en presencia de agua dura no actúan bien. Al bañarse con aguas duras el pelo queda duro, pegajoso. Este es un servicio del que gozamos los bogotanos y no lo valoramos hasta no experimentar aguas de otras ciudades que no tengan el privilegio de un agua tan blanda.

Las aguas duras afectan a la industria cuando se debe conducir agua caliente por tubos (lavanderías, hoteles, industrias de alimentos o industrias químicas, etc.), porque el carbonato o cal se cristaliza taponando conductos, es otra cualidad del agua de Bogotá que viene de aguas muy blandas de páramos y le economiza costos al sector industrial. En otras ciudades se debe añadir una etapa de “ablandamiento” del agua, proceso que aumenta los costos de la potabilización, que los ciudadanos pagan en su factura.

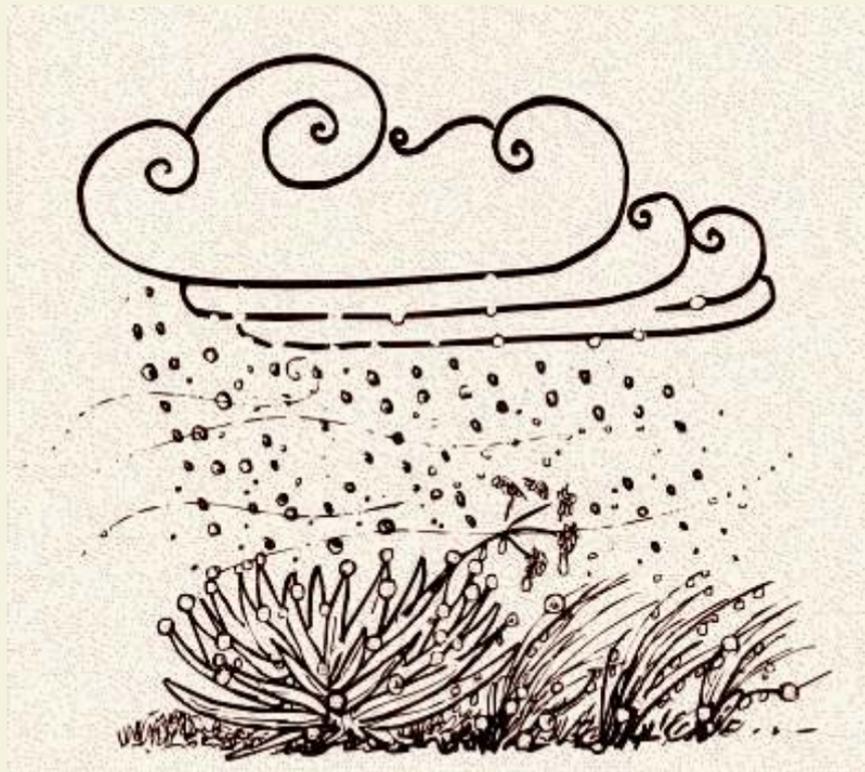


Capas de antiguos fondos marinos en el camino de Quebrada “La Vieja”



Las dispersiones coloidales, emulsiones y aerosoles.

Una suspensión es una dispersión de partículas grandes en agua. Si se deja en reposo se decantan al fondo, por eso algunos remedios presentados en esta forma tienen un aviso de agitar antes de usar. Las dispersiones son mezclas de sustancias en las que una se dispersa en la otra en forma de partículas diminutas, sin que se llegue a formar disolución, pero ya son tan pequeñas que no se decantan. Si la dispersión es de partículas demasiado pequeñas en un medio líquido, esta se denomina dispersión coloidal. Las dispersiones pueden ser de agua en aire, en este caso es un aerosol o neblina, o de sólido en aire, como en el caso del humo. El efecto Tyndall es la manera como la luz hace visibles las partículas de un sistema coloidal, cuanto más corta sea la onda de la luz, más se ve el efecto, por eso una luz halógena amarillo-naranja puede penetrar la niebla mejor que una luz azul. Debido al efecto Tyndall vemos el agua y el aire de color azul.



El agua es el disolvente universal. Como tal se constituye en el vehículo para que las plantas puedan trasladar sus nutrientes del suelo al fruto y la semilla, los animales disolver la comida para llevar nutrientes a la sangre, y ésta a su vez distribuirlos por el cuerpo. Solvente es el líquido que dispersa o disuelve y soluto es la sustancia que se dispersa en el primero, y este puede ser un sólido como la sal o el azúcar, líquido como por ejemplo alcohol en agua, o gaseoso como el oxígeno que los pulmones le llevan a la sangre. Diferentes sustancias tienen diversos grados de solubilidad en el agua.



5.1 Soluble, insoluble.

Disolver alumbre en agua caliente. Para ello servimos en un tubo de ensayo un poco de agua caliente de la greca de tinto hasta la mitad y le agregamos un centímetro o un dedo de altura de alumbre en polvo. Con un pitillo agitar el sistema hasta que el alumbre desaparezca. Todavía caliente la solución, mojar con ella la punta de un hilo y dejarlo colgando por unos minutos para que seque mientras la disolución se enfría en el tubo. Ya frío, introducir la punta del mismo hilo, que ya debe estar seco al momento de insertarlo, de modo que quede colgando entre la disolución. Al cabo de minutos se deberán formar cristales colgados del hilo. Guardar la solución que sobra para el siguiente experimento.





5.2 Floculación de un sistema coloidal.

En envases medianos de 500 cc repartir una lechada de greda filtrada obtenida del experimento número 4.2, si no la tiene, hacerla para el propósito. A uno de los envases agregarle el contenido del tubo de ensayo, el líquido que sobró de la cristalización de alumbre, es decir, le adicionamos un poco de disolución de alumbre. El otro envase con lechada de arcilla, sin agregarle nada, se deja como comparación.

Agitar ambos envases con cucharas, pero no utilizar la misma para los dos envases, a fin de no contaminar el envase de referencia con el agua con alumbre. Dejar en reposo. Se requerirán desde minutos hasta horas para apreciar el efecto: el alumbre debe cortar la lechada en coágulos y se va decantando. Si se quiere, filtrarla luego para recuperar la transparencia.

5.3 El color del agua.

Producir una muestra de agua teñida como las de las quebradas que tienen bosque, es decir, en una taza de agua caliente disolver una bolsita de té hasta que presente color intenso. Servir un poco de ese té en un tubo de ensayo y tratar de decolorarlo con unas gotas de “clorox”, “decol” o hipoclorito de sodio (lejía comercial). Intentar lo mismo con tinto.

En el caso del té, este se decolora más porque las sustancias que le dan el tono al té son los taninos, es decir, colorantes del mundo vegetal que tiñen de color té a quebradas y ríos que tienen bosques y por tanto reciben nombres alusivos: “Quebrada Arzobispo”, Q. del Vino, Q. Colorada, etc. En el caso del café no decolora del todo, porque además de los taninos, hay también partículas de carbón derivadas del tostado, mientras que el té no se presenta tostado.

5.4 Acidez, alcalinidad.

a. **Producir una solución ácida.** En un tubo de ensayo provea un tercio de agua y agregue otro tercio de vinagre. Agregue una gota de fenolftaleína: si ésta permanece incolora indica acidez.

b. **Producir una solución alcalina** Llene un tercio de un tubo con bicarbonato en polvo y ríndalo con agua hasta dos tercios de su altura. Agite hasta disolver. Ahora agregue unas gotas de solución indicadora de fenolftaleína. Si esta es alcalina, la totalidad de la solución vira al rojo. Si no vira hay que agregar más bicarbonato. Por lo general vira muy débilmente debido a la ligera alcalinidad de la disolución resultante.

c. **Reacción de neutralización.** Tenga destapada una botella de vinagre de cocina y con la pipeta Pasteur, (en su defecto se puede con un gotero o un pitillo) vaya soltando gota a gota el vinagre sobre uno de los tubos del experimento anterior que ha quedado rojo (el de solución de bicarbonato) y agite cada vez. Por un momento el color rojo desaparece pero regresa y se desprenden burbujas. Llega el momento en que ya toda la solución pasa a incolora y no desprende más burbujas.

d. **Verificación del agua de cal.** Agregue unas gotas de solución de fenolftaleína al agua de cal. ¿Es ácida o alcalina?

5.5

Cuantificación del PH

La Fenolftaleína y otros indicadores como el tornasol, solamente nos indican con su color la condición ácida o alcalina, pero no la medida. Los papeles o líquidos universales se utilizan para dar una medida: Experimente con los tres papelitos incluidos sobre diferentes muestras; (para aprovecharlos mejor, pártalos en cuatro (realizando dos cortes uno longitudinal y uno transversal). Para hacer la prueba se sostiene el papelito de una punta y se toca ligeramente una gota del líquido a probar, para que la capilaridad del papel absorba el líquido. Ahora compare con el patrón de color inserto en la carátula de la cartilla. Dará precisión de unidades. Otros papeles más especializados dan decimales dentro de ciertos rangos, por ejemplo dentro del rango ácido o alcalino. Puede probar, sobre jabones líquidos, gaseosa, solución de bicarbonato, saliva, una muestra de exprimido de suelo, por ejemplo de páramo en las salidas pedagógicas, sobre agua de cal etc.





Información

La floculación se debe a que las sales de los metales se ionizan, es decir, la molécula como la sal de cocina se abre en dos, una partícula con carga positiva es el metal y la parte no metálica queda con carga negativa. Ciertos metales polivalentes (con varias cargas) tienen la propiedad de pegar moléculas grandes, es decir, de arcilla y de esta manera se forman como “copos de nieve” llamados flóculos. También lo logran ciertas sustancias naturales de moléculas grandes como las “babas” o sabias del maguey, las pencas de cactus, de fique y otras, procedimiento que han utilizado campesinos a lo largo de siglos para clarear aguas turbias. Hoy se emplean metales que no salgan costosos ni contaminantes como el aluminio o el hierro, y se ayuda al proceso con polímeros. Una vez floculado, es decir, cuajada el agua que contenía turbidez, se le da tiempo para que decante y luego se filtra. De nada valdría por ejemplo agregar un desinfectante como el cloro, si el agua tuviera todavía turbidez: ciertas bacterias se cubren de partículas de arcilla y sobreviven de esta manera al cloro. Por ello, los procesos de una planta de potabilización tienen un orden preciso. La cloración es la última etapa, cuando ya el agua está cristalina.

Color.

Se dice que el agua es incolora, pero en grandes masas y en estado puro se ve azul, como ya quedó dicho, por el efecto Tyndall, porque absorbe casi todas las ondas de colores “cálidos” como el rojo, el naranja, el amarillo y rebota los fríos como el azul. Esto está relacionado también con su gran capacidad de absorber temperatura.

Otra cosa ya es el color debido a sustancias disueltas o suspendidas. No siempre color significa mala calidad del agua, como en el caso de las citadas quebradas cuyo color significa presencia de bosque, pero para el servicio domiciliario sí se exigen estándares de calidad con aguas incoloras y transparentes.

El color de la sustancia disuelta se transfiere al agua como por ejemplo disolver té, pero en todo caso se verá transparente.

Si son dispersiones coloidales pasa la luz, pero se la ve nebulosa, es decir, translúcida.

Si se trata de suspensiones son opacas, como una sopa de mazamorra o la leche.

El cuajado de la leche con sales como el cloruro de magnesio o sales biliares (Cuajo), es un proceso similar al de floculación.

Acidez o alcalinidad.

El pH es una medida inversa de la cantidad de iones hidrógeno presentes en el agua, indicador del grado de acidez o de la alcalinidad del agua. De 1 a 7 el agua se considera ácida y presenta más número de iones Hidrógeno, cuanto más pequeña la magnitud. En 7 el agua es neutra, y es la medida ideal para el agua potable, con un rango que va de 6 a 8; de 7 a 14 se juzga alcalina. El agua ácida lava del suelo los minerales llevándoselos o impidiendo que las raíces los absorban. Suelos ácidos no son buenos para fines agrícolas. Esto hace que los ecosistemas de páramo sean valiosos para la producción del agua, pero NO para ganadería o agricultura. En el organismo la ingestión de aguas muy ácidas tanto del medio natural como del artificial (gaseosas por ejemplo, que en caso extremo pueden tener la misma acidez de un vinagre) combinadas con azúcar, ocasiona desmineralización; en los niños acarrea caries y en el largo plazo y con la edad pueden producir osteoporosis.

La fenolftaleína es el ingrediente activo de ciertos laxantes tipo caramelo, por tanto se considera inocua en uso de laboratorio en las cantidades que se utiliza. Es una sustancia que cambia

de color justo en 7, por tanto se trata del indicador más empleado en laboratorio para titular sustancias. Es insoluble en agua pero soluble en alcohol, por ello hay que hacer primero la disolución, antes de usarla. En investigación forense se la utiliza con agua oxigenada para detectar mínimas trazas de sangre, luego de adicionar al lugar agua oxigenada.

El bicarbonato tiene la ventaja de producir muchas burbujas de gas carbónico, ya cuando se calienta o ya cuando se une a un ácido, propiedad que se utiliza para levantar tortas, pero dejando una alcalinidad muy débil es decir la masa queda casi neutra, lo cual es sano para el producto comestible resultante. Se puede definir como una “levadura” química de amplio uso tanto casero como industrial.

En la naturaleza hay procesos de regulación que tienden a llevar la mayoría de las aguas al estado de neutralidad. Los acueductos se aseguran de proveer un agua con un pH entre 6 ó 7, es decir, un agua casi neutra pero ligeramente ácida, el óptimo para el ser humano, y preferiblemente “blandas”, o sea, sin calcio.



¿Agua lechosa?

A veces cuando se llena un vaso de agua directamente desde la presión de la red y no desde el tanque, se ve lleno de unas diminutas burbujas y si se deja reposar van subiendo hasta que queda clara. Muchas veces la gente ha creído erróneamente que se trata de cloro. No es otra cosa que aire. El componente mayoritario del aire es nitrógeno y este es más soluble en cuanto haya mayor presión, como el gas carbónico en una gaseosa. Recién salida de la llave, es como cuando se destapa la gaseosa. En este caso es nitrógeno liberándose y en el de la gaseosa es gas carbónico liberándose. En los gases, a mayor presión, mayor solubilidad del gas en agua. Por ello los buzos o limitan su tiempo y profundidad del buceo o utilizan un aire especial al que se ha reemplazado el hidrogeno por helio. Si no, al salir, la sangre les burbujearía como una gaseosa.



Proceso de la cal



Proceso del floculado



Proceso del cloro

El agua tiene una piel derivada de una fuerza llamada tensión superficial. Sobre ella viven organismos que mantienen un equilibrio sano en los ecosistemas acuáticos. Comprender cómo funciona este sistema permite integrar conceptos de uso cotidiano. Por ejemplo posibilita relacionar el uso de los detergentes con la ecología de los humedales, ríos y lagunas.

¿Por qué utilizamos jabón? Sin jabón el agua rueda en forma de gotas por encima de nuestro cuerpo pero no moja, con jabón sí moja y además se adhiere a la mugre llevándose la. Si queremos aseo de verdad, no podemos bañarnos sin jabón, el asunto consiste en utilizar jabones amables con el cuerpo, derivados de grasas vegetales, y que sean biodegradables. De todas maneras es conveniente evitar el contacto de los detergentes con la piel, y para otros usos como la ropa o la loza, preferir detergentes que sean biodegradables.

Objetivo

Poner en evidencia lo que sucede en la superficie del agua con sustancias tensoactivas que “rompen” o “interrumpen” las fuerzas de atracción o cohesión del agua, para posibilitar los procesos de limpieza.

Realizar sencillos experimentos que muestran fenómenos de contacto del agua con diferentes superficies y la capacidad de la tensión superficial del agua para soportar pequeños pesos.

Materiales

- Monedas grandes.
- Pitillos pequeños de los de café o gotero.
- Ganchos clip.
- Recipientes con agua.
- Envases pandos y de boca ancha.
- Platón grande o balde.
- Jabón de lavar platos en pasta
- Tijeras.
- Dos o tres fichas de cartulinas de bibliografía.
- Comino o canela molida.
- Un huevo.
- Una vela.

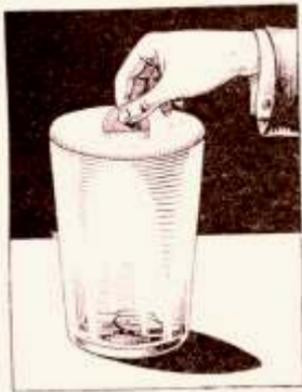
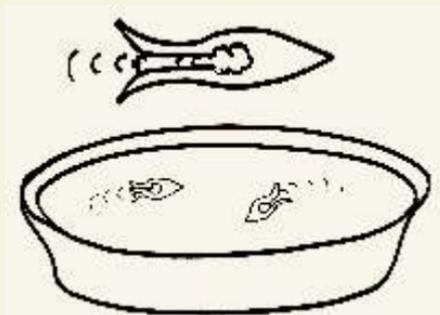


6.1 Peces y barcos.

Alistar un platón pando y de boca ancha.

Cortar figuritas como las indicadas en los dibujos. Antes de “liberarlas” sobre la superficie del agua del platón, colocar en la ranura una pizca de jabón de lavar loza en pasta. Verificar que la pizca de jabón rellene el hueco y haga contacto con el agua, pero no hunda los barquitos o peces: sólo navegarán por la superficie.

Recomendaciones: Cuando empiece a menguar la capacidad de moverse de las figuritas es porque ya el agua está muy jabonada. Cambiarla por nueva agua sin jabón. Enjuague manos y recipiente; el jabón de cada experimento afecta el resultado del siguiente.



6.2 Canela que huye.

Espolvorear canela molida sobre la superficie de agua limpia en el platón de modo que quede uniformemente repartida, pero poca cantidad.

Untar el copito de algodón mojado con pasta de jabón de lavar loza, tocar con cuidado en el centro de la canela. Se podrá ver cómo huyen de inmediato las partículas, dejando el detergente en el centro.

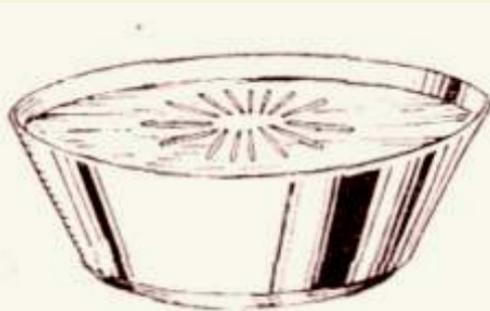
6.3 Aros de hilo.

Hacer un nudo en los extremos de un hilo de 20 cm. de modo que quede un aro y soltarlo sobre el agua de manera que quede en cualquier posición. Ahora, con un copito de algodón untado con una pizca de jabón líquido se toca dentro del aro. Se verá cómo el hilo se temple buscando la máxima área posible, es decir, el círculo perfecto.

6.4 Hierro que “flota”.

Con el mayor cuidado se puede aprender a colocar ganchos de clip sobre la superficie del agua sin que se hundan. Luego de intentar varias veces con los dedos, preparar un instrumento para llevarlos al agua, algo así como una camilla. Doblar las dos partes de un clip a 90 grados de modo que quede como una “ele”. Se toma por la parte vertical y sobre la parte horizontal se coloca el clip que ha de ser llevado a la superficie del agua. Se introduce lentamente esta “camilla” y se observa que el clip queda flotando, luego se saca la camilla por un lado sin tocarlo.

Cuando se tengan muchos clips flotando, agregar un chorrito de agua jabonosa diluida, preferiblemente la obtenida a partir de un lavalozas líquido, basta con una gota en una tapadita de agua.



Información.

Una manera de poner en evidencia las fuerzas de la tensión superficial es con el experimento de los peces y barcos: por la parte de atrás el jabón se disuelve rompiendo esas fuerzas, entonces el equilibrio se interrumpe y la figura es jalada en la otra dirección, y como constantemente se sigue disolviendo jabón la figura sigue avanzando, y se detendrá sólo hasta que haya suficiente jabón por la superficie para que ya no haya diferencias. Esto se evidencia más con el experimento de la canela. La explicación física es la misma, pero se le puede extraer un mensaje “metafórico” con la pregunta ¿Qué opina la canela del detergente?



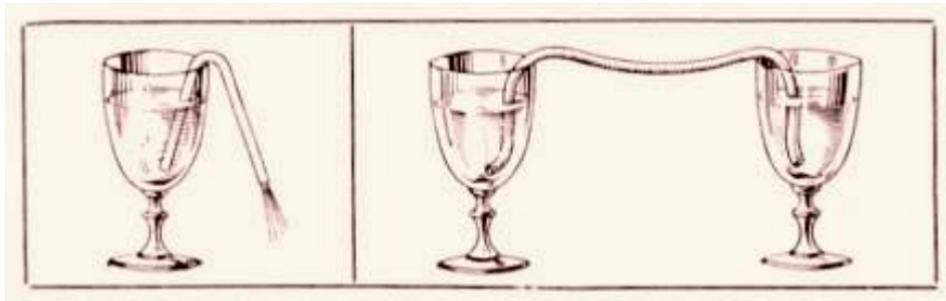
Elementos conceptuales para la discusión.

Con un poco de sentido del humor, vimos cómo la canela “huye” del detergente lo cual utilizaríamos como metáfora ambientalista, pero aclarando en seguida el fenómeno, la verdadera causa del movimiento observado es la ruptura de la tensión superficial. Entonces las partículas flotantes hubieran salido huyendo también de un jabón biodegradable. Esto se convierte en una oportunidad para sostener una discusión acerca de qué es un análisis lógico para encontrar una explicación, y qué es un “pretexto” o un “sofisma”. Igual hubiéramos podido usar el experimento de la canela para “vender” más detergente mostrando lo efectivo que realmente es con un anuncio del estilo de: “observen como la mugre le huye al detergente”. Por otra parte, el tema en discusión no se plantea entre jabones y detergentes como “buenos” y “malos”, sino acerca del tiempo de residencia en el medio natural, o sea, si es biodegradable y en qué dosis se vierte a un medio. Hay que añadir que también existen detergentes biodegradables.



En la primera fase del proceso se eliminan los sólidos suspendidos del agua residual pero no se pueden eliminar las espumas de los detergentes no biodegradables. Con pautas de consumo ambientalmente sano, se facilitaría el proceso de tratamiento.

Este fenómeno se debe en parte a la cohesión de las moléculas del agua entre sí y a su capacidad de adhesión a otros materiales.



Objetivo

Observar fenómenos de penetración del agua entre fisuras muy pequeñas como una tiza o una fibra textil. Relacionar los fenómenos observados con la tensión superficial que explican cómo se relaciona el agua consigo misma o al contacto con otros materiales.

Materiales

- Tiza.
- Lana.
- Envase alto.
- Envase bajo.
- Cubito de azúcar.
- Moneda.
- Pitillos pequeños tipo los de agitar café.
- Huevo.
- Vela.
- Vaso.
- El tubo capilar suministrado dentro de un tubo de ensayo.
- Tres ramas pequeñas procedentes de un árbol o arbusto de la misma especie.
- Tres envases de boca angosta, de los de agua potable.



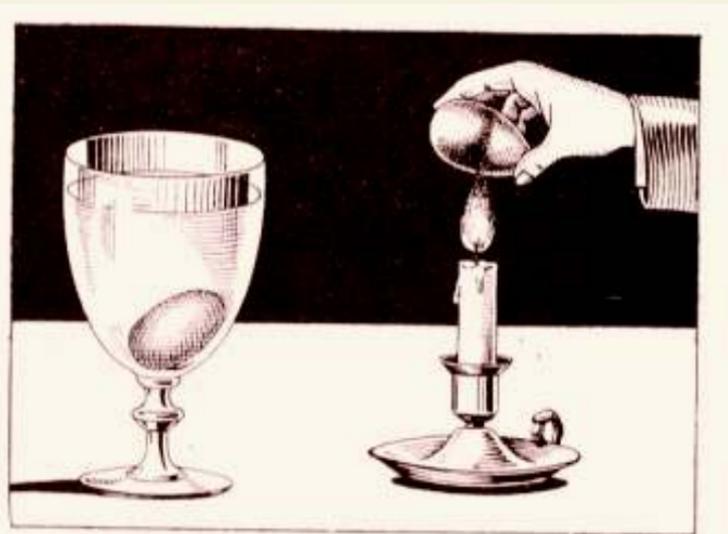
7.1 Concurso: ¿Cuántas gotas?

El que más gotas acomode sobre una moneda de 500, pero sin que las gotas se junten. Tocar primero la moneda con manos secas para que se “engrase” con la grasa natural del cuerpo. Con la pipeta pasteur suministrada o en su defecto con pitillos de agitar café, ir acomodando gotas de agua una al lado de la otra. Pueden concursar por grupos.

7.2 Del negro absoluto al plateado absoluto.

Ahumar un huevo lo máximo posible; sostenido entre los extremos irlo girando sobre la vela encendida, tomando precaución de no dejarlo calentar en un solo sitio ni quemarse los dedos.

Al introducirlo en el agua en un vaso se notará que el agua no quiere “tocar” al negro de humo y formará una película o piel envolvente, que se verá plateada.



7.3 Cubito hambriento.

El mismo experimento de la canela pero ahora con un cubo de azúcar: espolvoree parejamente canela molida sobre la superficie del platón o palangana y con el copito de algodón untado de detergente haga que se “retire” de nuevo la canela. Ahora coloque en el centro de ese círculo un cubito sin soltarlo, sosteniéndolo de tal manera que sólo la punta de una arista toque el agua.

7.4 Riego de vacaciones.

Si usted se va a ir de vacaciones y una maceta consentida necesita un riego, he aquí un sifón de capilaridad para proporcionarle a su planta un riego gota a gota:

Moje una lana de unos 20 cm. e introdúzcala en un recipiente lleno de agua hasta el borde. Ahora saque una de las puntas y déjela colgando libre sobre la maceta. Soltará el agua gota a gota. Coloque tantas lanas iguales cuanto caudal quiera proporcionarle. Por ahora para este experimento recibiremos las gotas sobre un recipiente más bajo para no mojar la mesa.

7.5 Pulmones planetarios.

Las tres ramas escogidas deben tener un número similar de hojas. A una de las tres ramitas quítele todas sus hojas, a otra solamente la mitad y a la tercera no le quite ninguna hoja. Coloque las ramas en sendos recipientes de boca angosta y llénelos a rebosar. Como se trata de verificar en pocas horas cuánto baja el agua, es más efectivo el resultado si el recipiente es estrecho de boca o de cuello, por ejemplo envases de cuello angosto provenientes de jugos o gaseosas. Se deberá comparar cuanto bajó el agua en un mismo período de tiempo en cada una de las tres ramas. Realice este experimento de primero en una sesión, a fin de dar algo de tiempo para ver los resultados. Se trata de observar cuál de las ramas “toma” más agua.

Mientras tanto, si es posible, solicite a los participantes traer cada uno una hoja. Con un vaso de agua verifiquen cómo se comporta esa hoja en la gestión del agua:

¿Moja o no moja?

¿Suelta chorrito, gotas o retiene el agua?

¿Tiene forma puntiaguda o acuminada o más bien roma o redondeada?

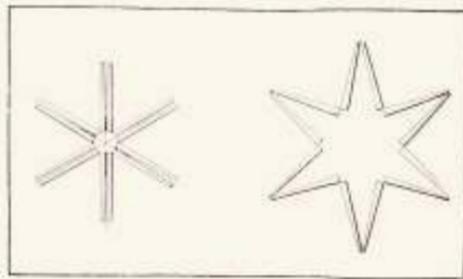
¿Es lisa brillante, mate o tiene superficie con vellos?

Anoten y comenten sus observaciones.



7.6 Tubito sediento.

Coloque un poco de tinto o té fuerte en un plato. Esto es para que el color haga visible el líquido dentro del capilar. Acerque la punta del capilar y observe. Para desocuparlo debe soplar pero tenga cuidado con el uso cerca de la boca, recuerde que es un vidrio. De nuevo experimente pero ahora con el capilar inclinado, avanzara mucho mas dentro del capilar, pero se detendrá a la misma altura que antes, esto es por efecto de la inclinación. Ahora observe como la fracción líquida dentro del capilar es sensible a la inclinación: inclínelo hacia un lado y otro y la gota de líquido viaja de un lado a otro extremo pero no se sale. Funciona como un mini-nivel.



Se ubican seis palillos radialmente doblados con el pliegue al centro. Con una gota que los moje se enderezan formando una estrella

PRECAUCION

recuerde que el capilar es un tubito muy delgado de vidrio: no lo deje abandonado sobre algún sitio donde se pueda romper o enterrar a alguien como un asiento o cojín, no ejerza fuerzas sobre el tubito pues al partirse podría herir un dedo.

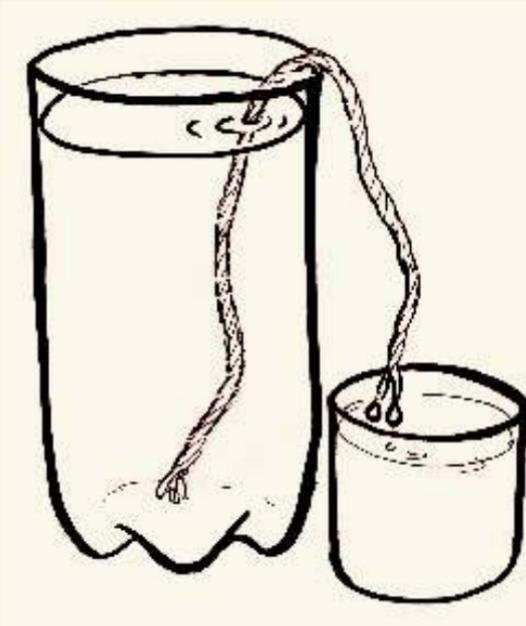
Información

Ángulos de contacto. Diferentes superficies tienen diferentes grados de adhesión al agua. Esta se expresa en los diversos ángulos de contacto. En superficies hidrófobas, es decir, que repelen el agua, los ángulos son pequeños; en superficies hidrófilas, o sea, que aceptan mejor el agua, los ángulos son mayores. El ángulo de contacto también determina el menisco o borde curvado que se forma en el agua que está en un recipiente. Por lo general es cóncavo, esto quiere decir que el agua se sube un poquito por las orillas del recipiente aun en contra de la fuerza de gravedad. Sin embargo, líquidos de altísima tensión superficial como el mercurio forman meniscos invertidos.

Las plantas de páramo deben evitar que las gotas de rocío se les peguen, pues al congelarse las quemarían, de modo que se revisten de pelillos finísimos que mantienen la forma esférica de las gotas de rocío como la llovizna sobre una ruana de lana cardada.

Capilaridad.

Cuando los espacios son muy diminutos el agua forma un menisco ascendente que se encuentra con un menisco opuesto, que también quiere subir, esto genera una fuerza ascendente aun contra la gravedad que sólo se equilibra cuando la fuerza de capilaridad se iguala con el peso de la columna de agua. En ello también actúa la cohesión o atracción por fuerzas llamadas fuerzas de Van der Waals, entre moléculas de agua como “imanes” ya que la molécula de agua tiene cierta polarización, o sea, un lado electronegativo y un lado electropositivo. Esto es aprovechado por ejemplo



para el mecanismo de “bombeo” de las plantas: la hoja transpira, y al perder agua por la superficie genera una succión de más agua. La presión de una columna de agua depende de su altura. Resulta maravilloso ver cómo la presión de un acueducto como el de Bogotá, que se considera alta, comparada con la de otros acueductos, equivale a una columna de agua de 50 m. Y algunos árboles, por ejemplo secuoyas de Norteamérica o eucaliptos australianos que pasan de 100 m, todavía pueden llevar agua hasta sus copas, todo ello logrado con la combinación del efecto de transpiración de sus hojas y capilaridad de sus troncos o fibras vivas.

Las hojas y la gestión del agua.

Nada más asombroso que una hoja: es un agente activo de la evapotranspiración, posee cientos o miles de pequeñas bocas denominadas estomas, que puede abrir o cerrar según el clima. Un agente pasivo sería por ejemplo papel secante mojado, que evapora al sol. La hoja no. Acaba de llover y vemos que el bosque entero emite jirones de neblina que se levantan de entre el follaje, las hojas están con sus estomas abiertos para



deshacerse de excesos de humedad y con ello saturan la atmósfera. Si las hojas viven en selvas húmedas, la mayoría de ellas presentará forma acuminada (puntiaguda) para deshacerse de agua, o si provienen de bosques secos espinosos (xerofíticos), la mayoría tendrá hojas espatuladas o romas. Las de páramo serán diminutas como cucharitas para recoger rocío, o velludas para aguantar el frío. Por el análisis de las hojas podemos hablar del clima y del ecosistema de donde proceden, y sobre todo descubrir que gracias a las hojas, es decir, al bosque, tenemos agua en casa.

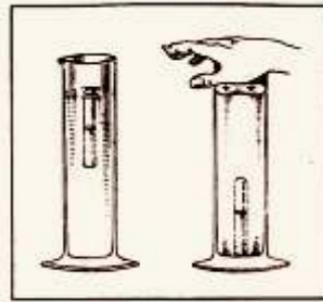
Si el ciclo del agua dependiera solamente de factores físicos como evaporación del agua por el sol, tal como se lo enseña en los colegios, las lluvias apenas sostendrían vida en rincones privilegiados por el relieve y en algunas costas. Los seres vivos participan en el ciclo activamente. Uno de los factores que lo movilizan es la evapotranspiración de los millones de hojas. En estos experimentos verificamos que no es la capilaridad de los vasos de una rama la que “chupa” agua, es el papel de la hoja, al comprobar que la rama que más absorbió es la que tenía más hojas.



Nacimos entre el agua y nunca regresamos a esa sensación de ingravidez sino cuando estamos en el agua, quizás por ello la afinidad que sentimos por los deportes acuáticos y la natación. Dentro del agua tenemos gravedad cero porque nuestro cuerpo posee casi la misma densidad del agua. Estar en el agua tiene muchos significados, que parten desde el ritual con tradiciones de bautismo o ablución purificadora tanto del Viejo Mundo como de los ancestros muiscas, por tanto llevamos esa herencia de sentir el contacto con el agua como algo muy especial y significativo.

Objetivo

Descubrir el principio de Arquímedes a través de un juguete recreativo muy significativo para la empresa de acueducto que tiene como símbolo una rana, y que por tanto lo llamaremos “ranita buceadora”.



Materiales

- Pitillo grande cortado a la mitad.
- Dos clip.
- Chaquiras ornamentales plásticas. (opcional como decoración del muñeco)
- Un envase PET de dos litros con su tapa, preferiblemente incoloro.
- Un recipiente alto derivado del envase PET de dos litros cortado.
- Opcional: trocito de plastilina.



8.1 Elaboración de la ranita.

Coloque el dedo pulgar en el centro y por debajo del pitillo.

Doble ambos extremos libres hacia abajo.

Apriete por una zona que será el cuello de la ranita, y en ese punto enrolle un clip desdoblado, como poniéndole una bufanda. Se habrá formado un triángulo de pitillo rematado en dos tramos rectos.

Forme los brazos de modo que la ranita quepa por la boca de un envase PET.

Ahora quedan dos secciones sobrantes que llamaremos “pantalones”. Atraviese el otro clip por la parte baja de la bota de los pantalones y doble el clip para darle forma de piernas, tenga en cuenta que la ranita debe caber por la boca del envase.

Acomode chaquiras (o abalorios) ornamentales en manos y pies y con la punta de una pinza o alicate doble el alambre para que las chaquiras no se salgan.

Está lista la ranita, pruebe si cabe por la boca de un envase utilizando el embudo de PET.

8.2 Curso de buceo.

Ahora libere su ranita en el envase PET de boca ancha y verifique si se hunde, debe flotar. Entonces, dentro del agua y sosteniéndola en posición vertical, espiche las botas de los pantalones para sacarle algunas burbujas. Debe flotar todavía, pero ahora en posición más vertical ya que la cabeza hace de flotador y las piernas metálicas de lastre.

Ahora pruebe su flotabilidad: debe asomar sólo la parte superior de la cabeza, el tramo horizontal de pitillo, al darle un golpecito hunde despacio y sube despacio. Ya está “graduada”, en el sentido literal tiene la graduación entre fuerza ascendente y descendente adecuada. En el sentido metafórico se acaba de graduar del curso de buceo.



8.3 Residencia permanente.

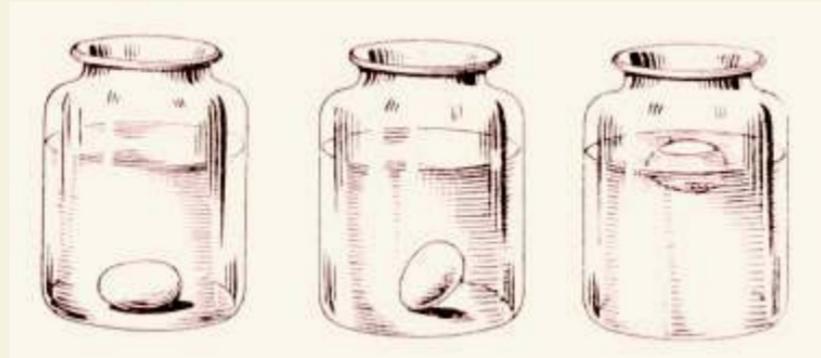
Debe tener listo el envase PET lleno hasta el borde e introducir en él la ranita recién graduada, sin que pierda gotas o le entre aire por el camino a su recipiente, al cual debe entrar en posición vertical. Tape el recipiente y pruebe si obedece: apretando el envase debe bajar. Soltando la fuerza debe subir de nuevo.

8.4 Un diablillo instantáneo.

Aliste el envase de dos litros lleno de agua hasta rebosar y destapado. Llene uno de los tubos de ensayo hasta la mitad de agua y tápelo con el dedo índice. Sosteniendo el tubo boca abajo, acérquelo hasta la boca del envase e introdúzcalo con todo y dedo en la boca quitando luego el dedo, esto para que no se pierda agua durante el trasvase. Ahora libere el tubo dentro del envase y tápelo. Funcionará como la ranita del experimento anterior pero es más sensible a las presiones y más veloz para bajar y subir.

8.5 Experimento opcional: ¿Por qué flota un barco si es de hierro?

Modele un trozo de plastilina (suministrado en la caja) como una esfera y ahuéquello utilizando los dedos para darle forma de pequeña olla o semiesfera. Con cuidado déjela acomodada como un barco sobre el agua de modo que flote. Ahora después de proponer al grupo la reflexión sobre la pregunta, con esa misma cantidad de plastilina modele de nuevo una bola y ahora colóquela sobre el agua. ¿Por qué ahuecada flota y sólida se hunde, si es la misma cantidad de arcilla?



Recomendaciones.

El pitillo que hace de boya o flotador en la ranita buceadora, no debe estar perforado por la parte superior, sólo se perfora a la altura de las botas de los pantalones en la parte inferior.

Se debe tener paciencia con la graduación: un muñeco muy flotante exige gran fuerza para el usuario que quiera hundirlo, ideal para proponer retar a adultos fuertes; o al contrario, graduada con mucha sensibilidad, es decir, con muy poca flotación, la puede operar un niño pequeño. En este caso sube y baja despacio. Con experiencia se pueden numerar varios muñecos en una misma botella para hacer apuestas: el que logre bajar el número 1, 2, 3, etc.



El cisne de cauchoespuma flota por ser menos denso y avanza por las fuerzas de tensión superficial en virtud del jabón que se le ha colocado por detrás

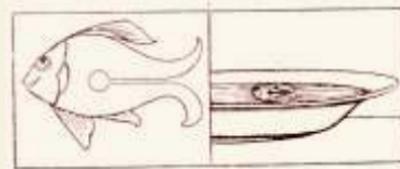
Información

“Todo cuerpo sumergido en el agua recibe una fuerza de empuje hacia arriba proporcional al volumen de agua desplazada”, fue lo que descubrió Arquímedes cuando se sumergió en su tina y corrió desnudo gritando “Eureka”. Al apretar el agua, por virtud del principio de Pascal, toda presión ejercida en un líquido se transmite por parejo a todo este, entonces el apretón se transfiere al único elemento flexible o comprimible: la burbuja de aire que está en la cabeza de la ranita de pitillo o la cámara de aire del tubo de ensayo invertido. Incompresibilidad del agua y elasticidad del aire, propiedades opuestas, trabajan juntas en este juguete o en la vejiga natatoria de un pez. Entonces al disminuir de volumen la burbuja de agua, el balance que mantenía el muñequito en flotación se ha roto: menos volumen de burbuja, menos grande el

flotador, gana el peso y se hunde. Y viceversa, al dejar de ejercer presión.

Los dos últimos, el del tubo de ensayo y el de la ranita, son una adaptación basada en un invento de René Descartes, llamado por ello “El diablillo de Descartes”, con el cual el filósofo y matemático se divertía mucho retando a las personas a explicarlo.

La plasticidad de la plastilina ofrece la oportunidad sin igual para reflexionar sobre la flotación de los barcos. Su densidad hace que se hunda en el agua, pero si se le da forma ahuecada, la misma masa ahora ocupará más volumen, es decir ha disminuido su densidad, desplaza más agua por tanto experimenta mayor flotación.





Reposición

La caja pedagógica tiene un objetivo motivacional y por su tamaño las cantidades suministradas alcanzan para pocas réplicas. El dueño da la caja puede a voluntad enriquecerla, he aquí algunas sugerencias:

Bicarbonato, alumbre y cal viva: Son muy baratos. En calidad pedagógica se adquieren por frascos, en calidad técnica por libras o kilos, en precios cercanos a un dólar por kilo (Usamos dólar para mantener cierta estabilidad del precio comparado en pesos al momento de la edición). De todas formas el bicarbonato está casi en todo hogar: es el mismo polvo de hornear.

La cal viva que se consigue en los almacenes agrícolas es relativamente apagada, rara vez se consigue con más de un 50% de CaO , es decir óxido de calcio. Si se quiere un efecto más dramático se puede adquirir en frasquito calidad pedagógica. Este sí tiene un porcentaje cercano al 100% y se sentirá más fuerte el efecto de calentamiento, aun teniendo que soltar la bolsita donde se hace la mezcla. Los pintores de paredes encaladas solían cocinar huevos duros entre la

mezcla, mientras preparaban su lechada de cal, cuando la cal provenía directamente de los hornos, es decir muy viva.

La Fenolftaleína se consigue diluida en alcohol etílico al 0,5% a un costo muy bajo en frascos pequeños.

Los papeles indicadores son distribuidos con la marca ABC a los diferentes proveedores de químicos pedagógicos, en frasquitos de a cien papeles también a un costo bajo. Existe el papel universal MERCK de gran precisión pero es más costoso.

Algunos experimentos que proponemos realizar en el pequeño tubo de ensayo serán más vistosos en envases más grandes pero requerirán de más materia prima.

Los barquitos y pececitos del experimento de tensión superficial se elaboraron en caucho espuma pero también funcionan en cartulina, aunque por poco tiempo, mientras ésta se moja.

El cual puede ser consultado en el CD anexo en la caja de herramientas



los cerros orientales y su flora
(Nestor García-Orlando Vargas-Yisela Figueroa)
las reservas del acueducto de bogotá
en los cerros orientales
(Clara Inés Pinilla- Germán Camargo)
folleto rutas

Gentro



cartilla y video, juegos en ronda de
rondas (Tomas Estévez - Adela Chacín)
¿Por qué investigación participativa en
flora? (Tomas Estévez)
juego sopa de letras (Alejandro Bernal)
caminos de agua- ruta de interpretación
(Tomas Estévez - Adela Chacín)

Documental

PEDAGOGÍA DEL AGUA
Caja de herramientas



acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

juegos de postales
libro código del buen gobierno
lotería
juegos sugeridos (Maria Eugenia Díaz)
brochure empresa y guía de trámites
folleto prevención inundaciones
video ruta del agua



