

**COMPETENCIA SOBRE AGUA, ENERGÍA Y
MEDIO AMBIENTE**

5° ciclo - año 2011

Bibliografía 1° programa:

Tema:

- 1) EL CICLO DEL AGUA - Disponibilidad
- 2) LA ENERGÍA COMO CONCEPTO - Leyes de la energía

1 - El Ciclo del agua – Disponibilidad de agua en el mundo

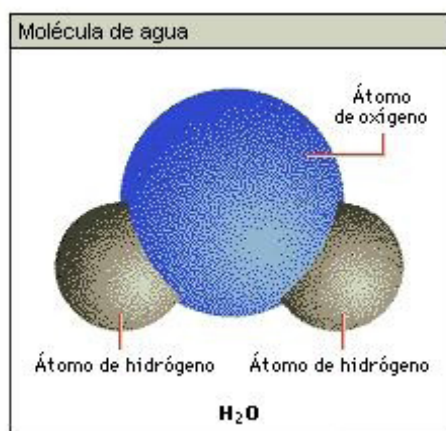
Introducción

Cuando se publicaron por primera vez las fotografías en que se veía la tierra desde el espacio tuvimos una revelación: vimos un planeta asombrosamente bello. Es la existencia de agua abundante lo que hace de la tierra un planeta tan bello. No causaron sorpresa las enormes extensiones de océano de un azul vívido cubiertas por brillantes nubes, pero la realidad superó las expectativas de todos. Las fotografías trajeron a casa de todos los que las vieron, la importancia del agua en nuestro planeta. (E.C. Pielou, Fresh Water, Preface, 1998)

El agua es una necesidad absoluta, simplemente no podemos vivir sin agua.

El agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la Tierra desde hace más de 3.000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta. Su naturaleza se compone de tres átomos, dos de hidrógeno y uno de oxígeno, que unidos entre sí forman una molécula de agua (H₂O), la unidad mínima en que ésta se puede encontrar. La forma en que estas moléculas se unen entre sí determinará la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno: como líquidos, en lluvias, ríos, océanos, etc.; como sólidos, en témpanos y nieves; o como gas, en las nubes.

Se halla en forma líquida entre cero y 100°C, sólida a cero grados y por debajo de esta temperatura, y gaseosa a 100°C y por encima de esa temperatura.



Es el componente más abundante de la Tierra y podemos encontrarla dulce y salada: esta última en un 97 %, y la primera en un 3%. Pero debe recordarse que sólo el agua dulce puede ser potabilizada, y por ello, a diferencia de lo que se cree, el agua apta para el consumo humano no es un recurso renovable. Esta agua dulce corresponde, cerca de un 69%, a agua atrapada en glaciares y nieves eternas, un 30% está constituido por aguas subterráneas y una cantidad no superior al 0,7% se encuentra en forma de ríos y lagos.

La disponibilidad de agua es fundamental para el mantenimiento de los ecosistemas y para las comunidades, la industria, la agricultura y las actividades comerciales; su presencia o ausencia con calidad y volumen suficiente tiene efectos significativos en la sustentabilidad de la vida. Por ende, es importante que los ingenieros y científicos ambientalistas comprendan a plenitud las fuentes de agua y su distribución en la naturaleza.

La **hidrología** es una actividad multidisciplinaria que se centra en la cuestión de cuánta agua puede esperarse que haya en un sitio y momento dados. Su aplicación es importante para garantizar el abastecimiento adecuado de agua con respecto al suministro de agua potable, irrigación y usos industriales, así como con el fin de distribución del agua en la superficie terrestre o por encima de ella. Abarca el agua de lagos, ríos y otras corrientes, tanto en tierra como en el aire. La hidrología del agua subterránea trata sobre la distribución de este líquido en materiales geológicos subterráneos, como la arena, roca o grava.

El ciclo del agua ó ciclo hidrológico

El agua está siempre en movimiento. La característica más esencial del agua es que es dinámica. Constantemente se evapora del mar, lagos, suelo y hojas; se transporta hacia la atmósfera, cae sobre el suelo, recorre la superficie del suelo, se infiltra y fluye posteriormente a través de los estratos de roca hasta los acuíferos. Finalmente el agua encuentra el camino hacia el mar, de hecho el agua nunca descansa y constantemente se recicla.

El **ciclo natural del agua o ciclo hidrológico**, es el medio por el cual el agua en sus tres formas – sólida, líquida y gaseosa- circula a través de la biosfera. El agua que se pierde en la superficie, se dirige hacia la atmósfera, bien por evaporación de la superficie de los lagos, ríos y océanos, o bien a través de la evapotranspiración de las plantas. Forma nubes que, al condensarse luego precipitan en forma de lluvia, nieve o granizo. El agua que recoge la tierra fluye hacia el océano por los cursos de agua, y se infiltra en el interior de la tierra para constituir el agua subterránea, también el agua subterránea finalmente fluye hacia los océanos.

En síntesis el ciclo hidrológico describe el movimiento y conservación del agua en la Tierra. Abarca toda el agua presente sobre la superficie del planeta o debajo de ella, es decir, el agua de mar y dulce, agua subterránea y superficial, agua presente en las nubes y la atrapada en rocas por debajo de la superficie terrestre.



Cuando el hombre interviene en el ciclo natural del agua se generan **ciclos hidrológicos artificiales o ciclos hidrológicos urbanos**: estos son los que

hemos creado, controlado y del que somos dependientes, y consisten en el suministro de agua, la purificación, el uso y la conducción, para reutilizarla en las principales áreas metropolitanas. Un ciclo hecho por el hombre que imita al ciclo hidrológico de la naturaleza.

Etapas del ciclo hidrológico

El agua se transfiere a la atmósfera mediante dos procesos distintos: 1) evaporación, y 2) transpiración. Un tercer proceso se deriva de ambos y se llama evapotranspiración.

La **evaporación** es la conversión del agua líquida de los lagos corrientes y otros cuerpos de agua en vapor. La **transpiración** es el proceso por el que las plantas emiten agua por medio de sus estomas, pequeños orificios en el anverso de las hojas que están conectados con el tejido vascular. Ocurre principalmente durante la fotosíntesis, cuando los estomas de las hojas están abiertos para la transferencia de dióxido de carbono y oxígeno. Es frecuente que sea problemático distinguir entre la evaporación verdadera y la transpiración, de modo que los hidrólogos usan el término **evapotranspiración** para referirse a las pérdidas de agua combinadas por transpiración y evaporación.

La **precipitación** es el principal mecanismo por el que se libera agua de la atmósfera. Asume varias formas: la más frecuente en regiones de clima templado es la lluvia. Además puede presentarse en forma de granizo, nieve, aguanieve y granizo.

Al precipitarse el agua a la superficie terrestre, las gotas pueden caer en ríos y otras corrientes: el llamado **escurrimiento superficial, flujo terrestre o escurrimiento directo**; moverse de manera lateral justo en el plano inferior a la superficie terrestre: **iniferflujo**; o desplazarse verticalmente a través del suelo y convertirse en agua subterránea: **infiltración o percolación**.

El movimiento del agua a través de las diversas fases del ciclo hidrológico es muy complejo dada su naturaleza errática en lo temporal y espacial.

Los hidrólogos frecuentemente se interesan en sistemas que incluyen lagos, ríos, terrenos circundantes e incluso el agua subterránea de los materiales geológicos que están debajo del suelo. Estos sistemas se llaman **cuenca**. La cuenca se define como la topografía circundante. El límite de una cuenca es una **divisoria de aguas**, el punto más alto que rodea la cuenca. Toda agua que cae por dentro de la divisoria puede fluir hacia las corrientes de la cuenca, contenidas dentro de los límites de la divisoria de aguas. El agua que cae por fuera de la divisoria fluye hacia otra cuenca.

Precipitación

La precipitación es el aporte primario al ciclo hidrológico, medirla con precisión resulta indispensable para el diseño de proyectos exitosos destinados a manejar recursos hidrológicos, en particular los correspondientes al control de inundaciones.

La precipitación pluvial varía mucho en el ámbito regional. Las diferencias de precipitación pueden ser significativas, inclusive a distancia de unos cuantos cientos de kilómetros. La precipitación tiende a disminuir con la latitud creciente, ya que las temperaturas decrecientes reducen la humedad atmosférica. Sin embargo, existen salvedades. Además, la lluvia suele disminuir conforme aumenta la distancia con respecto de un cuerpo de agua, como es evidente en la concentración de la precipitación en las costas, y hasta

cierto punto, a sotavento de los grandes lagos. Las cadenas montañosas son otro factor importante en la precipitación pluvial: es habitual que ésta sea más intensa en la ladera de barlovento de las montañas, mientras que la de sotavento usualmente está en la sombra de la lluvia. La latitud, la temperatura anual y el contenido máximo de agua contribuyen al volumen de precipitación. Sin embargo, otros factores importantes son las corrientes oceánicas y el comportamiento atmosférico global. La precipitación no sólo varía en forma regional, sino también en el tiempo. Estos cambios temporales pueden ser muy significativos y determinan la importancia de diseñar depósitos que sean adecuados durante años de poca lluvia y presas que tengan la capacidad de garantizar el control adecuado de inundaciones.

La precipitación puede medirse con pluviómetros, que permiten obtener datos puntuales para un área muy limitada, (frecuentemente menor de unos 20 cm de diámetro) u obtenerse datos de áreas mediante radar (en cuyo caso es mucho mayor el área respecto de la cual se promedian las tasas, por lo general de unos 2,5 km²). Cada método tiene sus ventajas y desventajas. Si bien los pluviómetros pueden generar datos muy precisos para una región muy pequeña, luego se los debe extrapolar a regiones mucho mayores. Los datos de un solo pluviómetro suelen ser suficientemente representativos para emplearlos en el diseño de proyectos pequeños. El análisis de los datos de un solo pluviómetro se llama **análisis de precipitación en un punto**. La utilización del radar tiende a permitir estimaciones razonables de la tasa de precipitación si la duración e intensidad de la tormenta es relativamente constante en el área donde se toman las mediciones. Sin embargo, las montañas pueden interferir en la recuperación de datos críticos. En regiones donde las tormentas abarcan un área muy pequeña, como el suroeste de Estados Unidos, el radar podría pasar completamente por alto estos datos importantes.

Como mencionamos anteriormente, la cantidad de precipitación varía a lo largo del mundo, de los países, incluso dentro de una misma ciudad. Por ejemplo, en Atlanta, Georgia, EE.UU., las tormentas de verano pueden producir una pulgada o más de lluvia en una calle, y dejar otras áreas no muy lejanas secas. Sin embargo, la cantidad de lluvia que cae en el estado de Georgia durante un mes, es más de lo que cae en la ciudad de Las Vegas, Nevada, a lo largo de un año. El record mundial promedio de lluvia anual, pertenece al Monte Waialeale, Hawai, donde el promedio es 1,140 cm (450 pulgadas) por año. Como algo excepcional se registro en este lugar, 1,630 cm. de lluvia durante un período de 12 meses, lo que corresponde a casi 5 cm. por día. En contraste a esa precipitación excesiva, tenemos Arica, Chile, donde no llovió en 14 años.

Evaporación

La evaporación es un componente significativo del ciclo hidrológico, especialmente en regiones de clima árido y semiárido, de modo que determinar o predecir con exactitud las tasas de evaporación reviste importancia para determinar la capacidad de los depósitos hechos por el hombre. Las variaciones en las tasas de evaporación ocurren en escalas temporal y espacial. Es posible estimar dichas tasas con los métodos de evaporación en bandeja, superficie de agua libre y lacustre. La **evaporación en bandeja** es la tasa de evaporación obtenida empleando una bandeja de clase A estándar del Servicio Nacional del Clima (NWS, por sus siglas en inglés) estadounidense. La evaporación lacustre difiere de ella en virtud de la capacidad de almacenamiento de calor del lago y las corrientes de viento. Un método sencillo para estimar la evaporación lacustre a partir de mediciones de

evaporación en bandeja de clase A consiste en multiplicar el valor de tales mediciones por $0,7^2$ (cero coma siete al cuadrado).

Otro método para calcular las tasas de evaporación consiste en usar la ecuación de Dalton. Este investigador demostró que la pérdida de agua de la superficie de un lago u otro cuerpo de agua está en función de la radiación solar, la temperatura de la atmósfera y el agua, la velocidad del viento y la diferencia de la presión de vapor entre la superficie del agua y la atmósfera. A partir de estas ecuaciones es evidente que los valores altos de velocidad del viento y bajos de humedad (presión de vapor atmosférica) producen tasas de evaporación altas.

Evapotranspiración

Este término se refiere al total de agua que sale de un área por transpiración (vapor de agua que emiten las plantas) y por evaporación del agua de los suelos, nieve y superficie de los cuerpos de agua. Es frecuente que la evapotranspiración se calcule al restar la descarga total de un área de su afluencia total de agua. El cambio de almacenamiento debe incluirse en el cálculo, salvo que sea insignificante.

La tasa de evapotranspiración potencial (pérdida máxima posible) de una zona bien irrigada de plantas con raíces (por ejemplo un campo de golf) puede acercarse a la de evaporación posible en una gran superficie de agua libre. La humedad disponible en la zona de raíces limitará las tasas reales de evapotranspiración, de tal modo que cuando la zona de raíces se seque la proporción de transpiración disminuirá. La tasa de evapotranspiración también depende del tipo de suelo y las plantas, de la velocidad del viento y de la temperatura. El tipo de vegetales afecta de manera considerable las tasas de evapotranspiración. Por ejemplo, un roble transpiraría hasta 160 litros por día, y una planta de maíz, apenas 1,9 litros por día. Aunque se han creado modelos empíricos que intentan predecir las tasas de evapotranspiración, de acuerdo con los factores antes mencionados, hay dificultades inherentes de calibración y validación, en virtud de los aspectos físicos y biológicos muy complejos que rigen la evapotranspiración.

Condensación

La condensación es el proceso por el cual el vapor de agua del aire se transforma en agua líquida. La condensación es importante para el ciclo del agua ya que forma las nubes. Estas nubes pueden producir precipitación, la cual es la principal forma que el agua regresa a la Tierra. La condensación es lo opuesto a la evaporación.

La condensación es responsable también de la niebla, de que se empañen tus lentes cuando pasas de un cuarto que está frío a uno más cálido, de la humedad del día, de las gotas que escurren por el lado de afuera de tu vaso y de las gotas que se forman del lado de adentro de las ventanas cuando el día está frío. Incluso en aquellos días en que el cielo está completamente despejado de nubes, el agua sigue presente en forma de vapor de agua y de pequeñas gotas demasiado pequeñas como para ser vistas. Las moléculas de agua se combinan con diminutas partículas de polvo, sales y humo para formar gotas de nube, que crecen y forman las nubes. Cuando las gotas de nube se juntan entre sí crecen en tamaño, formándose las nubes y, la precipitación puede suceder.

¿Por qué hace más frío a medida que nos desplazamos hacia arriba en la atmósfera?

Las nubes se forman en la atmósfera por que el aire que contiene el vapor de agua se eleva y enfría. Lo crucial de este proceso, es que el aire cercano a la Tierra es calentado por la radiación solar. La razón por la que el aire se enfría sobre la superficie terrestre, es la presión de aire. El aire tiene peso, a nivel del mar. El peso de la columna de aire que está encima de nuestra cabeza es de alrededor de 32 kilogramos por pulgada cuadrada. La presión, llamada presión barométrica, es el resultado de la densidad del aire que está por encima nuestro. A mayores altitudes, hay una menor cantidad de aire, y por eso, una menor cantidad de aire ejerciendo presión. A mayores altitudes, la presión barométrica es menor, y el aire es menos denso. Esto provoca el enfriamiento del aire.

Infiltración

La infiltración es el movimiento neto de agua al suelo. Cuando la precipitación pluvial es mayor que la infiltración, el agua migra a través de la superficie del suelo a una velocidad que finalmente disminuye con el paso del tiempo hasta alcanzar un valor constante. La tasa de infiltración varía con la intensidad de la precipitación pluvial, el tipo de suelo, el estado de la superficie y la cubierta vegetal. Esta disminución temporal de dicha tasa se debe en realidad al llenado de los poros del suelo con agua y la consecuente reducción de la acción capilar. El tipo de suelo afecta la tasa de infiltración del agua. Cuanto más arenoso el suelo, tanto mayor será la tasa de infiltración, como cabría suponer. Cuanto más compacto el suelo, o mayor su contenido de arcilla, tanto más lenta la infiltración.

Escorrentía superficial

La escorrentía superficial, es la escorrentía de lluvia que corre sobre el terreno.

La mayor parte de las personas piensa simplemente que, la lluvia cae sobre la tierra, fluye sobre ella (escorrentía de lluvia), y corre hacia los ríos, los cuales se descargan a los océanos. Esto es algo simplificado, ya que los ríos también ganan y pierden agua a través del suelo. Sin embargo, la mayor parte del agua de los ríos proviene directamente de la escorrentía que fluye por la superficie, denominada escorrentía superficial.

Generalmente, parte de la lluvia que cae es absorbida por el suelo, pero cuando la lluvia cae sobre un suelo saturado o impermeable comienza a correr sobre el suelo, siguiendo la pendiente del mismo.

Durante las lluvias fuertes, verás pequeños cordones de agua corriendo cuesta abajo. El agua corre por canales a medida que se dirige a los grandes ríos. La escorrentía que corre sobre suelo desnudo arrastra consigo gran cantidad de sedimento que es depositado en el río (esto es malo para la calidad del agua).

Como sucede en todas las partes del ciclo del agua, la relación entre precipitación y escorrentía superficial varía de acuerdo al tiempo y la geografía. Tormentas similares en la selva Amazónica y en el desierto del sudoeste de EE.UU. tendrán distintos efectos. La escorrentía superficial es afectada por factores meteorológicos y por la geología física y topografía del lugar. Únicamente un tercio de la lluvia que cae corre en forma de escorrentía hacia los océanos; la fracción restante, se evapora o es absorbida por el suelo pasando a formar parte del agua subterránea.

La escorrentía producida por el deshielo varía por estación y por año. A nivel mundial, la escorrentía producida por el derretimiento de la nieve es una parte importante del movimiento del agua en la Tierra.

infiltración y migración que renueva el abasto de agua subterránea, es la **recarga**.

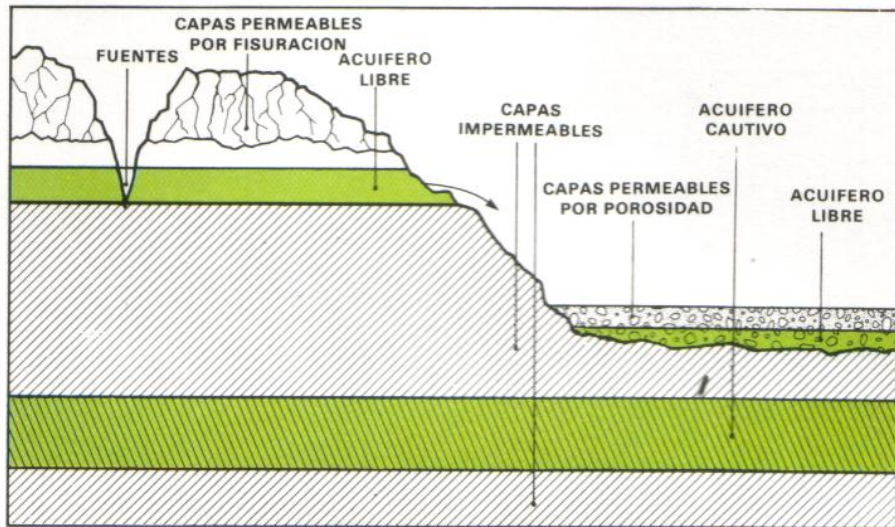
Acuíferos elevados. Se trata de depósitos de agua por arriba del nivel freático circundante debido a una capa geológica impermeable, como un lecho rocoso o arcilla. Puede abarcar un área que va desde unos cuantos cientos de metros cuadrados hasta varios kilómetros cuadrados. La perforación de pozos en este tipo de acuíferos puede resultar incosteable, ya que el volumen de agua que contienen es relativamente pequeño, lo que origina que el pozo se “seque” después de un breve período de bombeo.

Acuíferos confinados. Los acuíferos delimitados arriba y debajo de la zona saturada por capas impermeables se denominan **acuíferos confinados**, y las capas limitantes, **estrato confinante**. Estos se clasifican como **acuicludos o acuitardos**. Si bien los primeros son en lo fundamental impermeables al flujo de agua, y los segundos son menos permeables que el acuífero, sin que sean realmente impermeables, es frecuente que estos dos términos se usen indistintamente.

Acuíferos artesianos. El agua de un acuífero confinado puede estar sometida a una presión considerable por la naturaleza impermeable de las capas de confinamiento, que restringen el flujo, o por diferencias de altura en el acuífero. Si el agua del acuífero está bajo presión, se le denomina **acuífero artesiano**. Este adjetivo se originó en la provincia francesa de Artois (Artesium, en latín), donde en tiempos del Imperio Romano el agua de los pozos fluía hasta la superficie del suelo. Cuando la presión en el acuífero es suficientemente alta para empujar el agua hacia arriba y rebasar los materiales geológicos del propio acuífero y la zona no saturada suprayacente hasta la superficie del suelo, el acuífero se conoce como **acuífero artesiano surgente o fluente**. El agua entra en un acuífero artesiano en un punto donde se intersectan los estratos confinantes con la superficie terrestre. Se trata usualmente de un área de levantamiento geológico. La superficie expuesta del acuífero se llama **superficie de recarga**. El sistema es análogo a un manómetro: el acuífero artesiano está sometido a presión por la misma razón de que un manómetro pinzado, es decir, porque el área de recarga está a mayor altitud que el extremo inferior del estrato confinante superior, y de tal suerte, la altura del agua por arriba del estrato confinante ejerce presión sobre el acuífero. Cuanto mayor sea la distancia vertical entre la superficie de recarga y el extremo inferior del estrato confinante superior, tanto mayores serán la altura del agua y la presión.

Manantiales. Las irregularidades de los materiales geológicos subterráneos y de la topografía de la superficie terrestre hacen que la masa de agua en ocasiones intersecte la superficie del suelo o el lecho de corrientes, lagos u océanos. En estos puntos de intersección el agua subterránea fluye desde el acuífero y se forman lagos, corrientes o manantiales. El sitio donde el nivel freático rompe la superficie terrestre se llama **manantial gravitacional o de filtración**. Los manantiales pueden originarse en acuíferos confinados o no confinados.

Los acuíferos son formaciones geológicas muy complejas y variables. Las variaciones en el flujo del agua subterránea ocurren de manera espacial en las direcciones horizontal y vertical. Los sistemas acuíferos también tienen cuencas o divisorias de aguas similares a las de las corrientes de superficie.



El agua en los océanos

La cantidad de agua "almacenada" en los océanos por largos períodos de tiempo, es mucho mayor a la que actualmente se encuentra en movimiento en el ciclo del agua. Se estima que, de los 1.386.000.000 kilómetros cúbicos (332.500.000 millas cúbicas) que hay de agua en la Tierra, alrededor de 1.338.000.000 kilómetros cúbicos (321.000.000 millas cúbicas) son almacenados en los océanos. Esto es, alrededor de un 96.5%. También se estima, que los océanos proveen de un 90% del agua que se evapora hacia la atmósfera.

Durante los períodos de clima más frío, se forman grandes capas de hielo y glaciares, en la medida que una mayor cantidad de agua se acumula en forma de hielo, menor será el agua disponible en las otras componentes del ciclo. Lo contrario sucede durante los períodos más cálidos. Durante las últimas glaciaciones, los glaciares cubrieron casi un tercio de la superficie terrestre, y los océanos eran aproximadamente 400 pies (120 metros) más bajos de lo que son hoy día. Alrededor de 3 millones de años atrás, cuando la Tierra era más cálida, los océanos podrían haber estado a 165 pies (50 metros) por encima del nivel medio actual.

Existen corrientes en los océanos que mueven grandes masas de agua alrededor de la Tierra. Estos movimientos tienen una gran influencia en el ciclo del agua y el clima. La Corriente del Golfo, es una conocida corriente cálida del Océano Atlántico, que mueve agua desde el Golfo de México a través del Océano Atlántico, hacia Gran Bretaña. A una velocidad de 97 kilómetros (60 millas) por día, la Corriente del Golfo mueve 100 veces más agua que todos los ríos sobre la Tierra. Proveniente de climas más cálidos, la Corriente del Golfo mueve agua cálida hacia el Atlántico Norte, lo cual afecta el clima de algunas áreas, por ejemplo, el Oeste de Inglaterra.

El agua en la atmósfera

Si bien la atmósfera no es un importante almacenador de agua, es una vía rápida que el agua utiliza para moverse por el globo terráqueo. Siempre hay agua en la atmósfera. Las nubes son la forma más visible del agua en la atmósfera, pero incluso el aire limpio contiene partículas de agua que son muy pequeñas como para ser visibles. El volumen de agua en la atmósfera en cualquier momento es alrededor de 12,900 kilómetros cúbicos. Si toda el agua de la atmósfera cayera como lluvia al mismo tiempo, cubriría la superficie terrestre con una capa de agua de 2.5 cm de espesor, alrededor de 1 pulgada.

Agua almacenada en los hielos y la nieve

El agua que es almacenada por largos períodos de tiempo en el hielo, la nieve o los glaciares, también forma parte del ciclo del agua. La mayor parte de la masa de hielo de la Tierra, alrededor del 90 por ciento, se encuentra en la Antártida, mientras que el 10 por ciento restante se encuentra en Groenlandia. La capa de hielo de Groenlandia es una interesante parte del ciclo del agua. La capa ha aumentado su tamaño a lo largo del tiempo, alrededor de 2.5 millones de kilómetros cúbicos debido que cae más nieve de la que se derrite. La capa de hielo presenta un grosor promedio de 1,500 metros pero puede tener hasta 4,300 metros de grosor. El hielo es tan pesado, que la tierra que esta por debajo ha sido presionada hasta adquirir una forma curva. El hielo y los glaciares, vienen y se van.

A escala global, el clima esta cambiando continuamente, generalmente no lo hace lo suficientemente rápido como para que lo notemos. Hubo períodos cálidos, como cuando vivían los dinosaurios, hace alrededor de 100 millones de años. También hubo muchos períodos fríos, como durante la última Edad de Hielo, alrededor de 20,000 años atrás. En este período Canadá, la mayor parte del norte de Asia y Europa y, algunas regiones de EE.UU., se encontraban cubiertas por glaciares.

Corrientes de agua – Cuencas hidrográficas

Se utiliza el término "corriente de agua" para referirse a la cantidad de agua que corre en un río, arroyo o cañada.

Los ríos no son importantes únicamente para las personas, también lo son para el resto de los seres vivos. No son únicamente un lindo lugar para que las personas (y sus perros) jueguen, las personas también los utilizan para abastecerse de agua potable y agua de riego, para producir electricidad, para eliminar residuos (en el mejor de los casos, residuos tratados), para transportar mercadería, y para obtener comida. Los ríos son los principales ambientes donde se desarrollan plantas y animales. Los ríos ayudan a mantener los acuíferos llenos de agua, ya que descargan agua hacia los mismos a través de sus lechos. Y, los océanos se mantienen con agua, ya que los ríos y la escorrentía continuamente están descargando agua en ellos.

Cuencas

El agua líquida, cumpliendo en la ley de gravedad, se desplaza con facilidad de los planos altos hacia los bajos, tratando siempre de sortear cuanto obstáculo se presente a su paso. Cuando utilizamos el término **cuenca** nos estamos refiriendo a un territorio, considerado como una unidad, porque la lluvia que cae en ella o las aguas provenientes del deshielo de las cumbres montañosas, corren por cañadas, arroyos, riachuelos, y ríos hacia un río principal, ubicado en la parte más baja del territorio. Ese río principal suele darle su nombre a la cuenca.

Cada cuenca incluye al río principal y a todos sus afluentes, por alejados que éstos parezcan estar. Las cuencas están separadas entre si por grandes líneas divisorias conformadas por la altura del terreno, llamadas **divisorias de aguas**. Significa que las lluvias caídas a un lado de ellas y al otro, seguirán caminos bien diferentes, hasta alimentar ríos principales distantes unos de otros.

Una cuenca, además de agua, captura energía radiante del sol. Al llover sobre un territorio o al derretirse los hielos y la nieve, parte del agua se filtra en el suelo, otra fracción se evapora, pero la mayoría de ella correrá por la superficie

pendiente abajo, formando algunos hilos de agua, conformando cañadas o arroyuelos, éstos a su vez alimentarán a arroyos que también, respetando la pendiente del terreno, verterán sus aguas en algún río. Por su parte, el río conduce todo el exceso de agua superficial hacia el mar, aunque a veces desemboca en un lago. En definitiva llamamos **cuenca hidrográfica** a todo el territorio que colabora con esa recolección de agua superficial. Cada cuenca incluye a todas las corrientes de agua de esa porción del territorio por pequeños que sean, siempre y cuando sus caudales finalmente alimenten al río principal.



Toda cuenca está formada por:

1. **La naciente.** Lugar donde nace el río principal de la cuenca.
2. **Los afluentes.** Son los brazos tributarios del río, las corrientes de agua que vierten sus caudales en el río.
3. **El río principal.** Es el río más importante de la cuenca. Por él pasa la gran mayoría de las aguas y sedimentos de la cuenca.
4. **La desembocadura.** Es la zona donde el río finalmente deposita sus aguas.

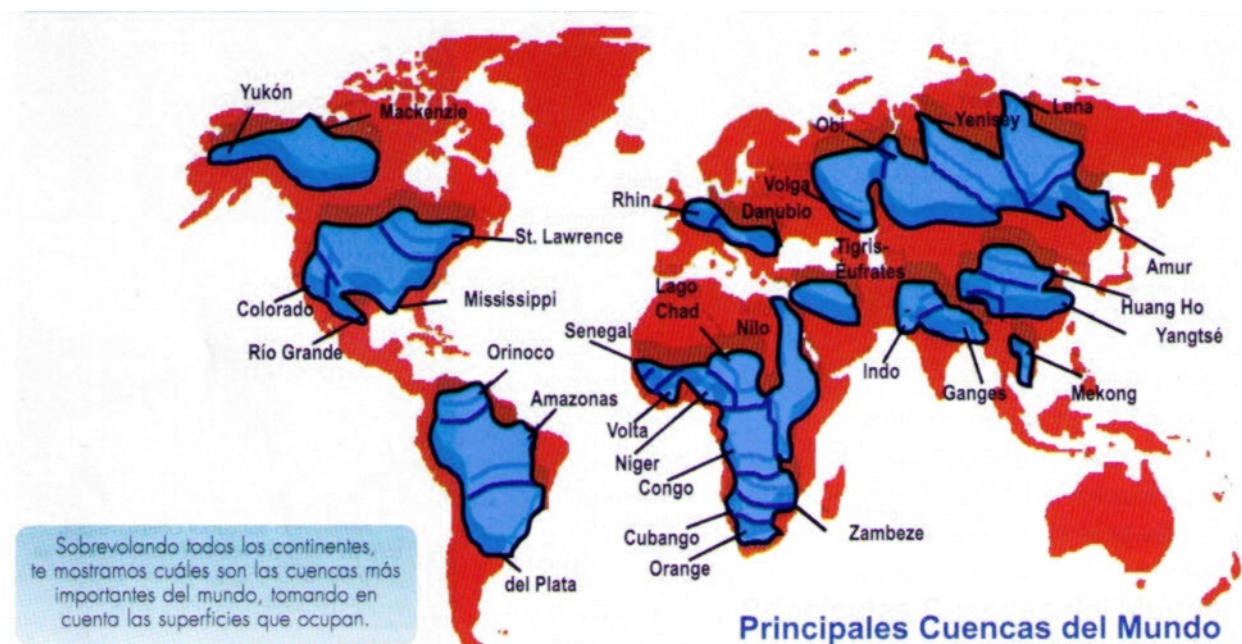
Tomando en cuenta la desembocadura, se puede clasificar a las cuencas en tres grandes grupos:

- **Cuenca exorreica.** Así se denomina a la cuenca cuyo río principal desagua en el océano o en mares exteriores.
- **Cuenca endorreica.** Aquella en la cual el río desemboca en mares interiores, lagos o lagunas.
- **Cuenca arreica.** Denominación asignada a aquellas cuencas en las cuales no hay cursos de agua como tales, no tienen escurrimiento de aguas superficiales. En ellas es muy difícil determinar la divisoria de aguas debido al lento escurrimiento del líquido.

En nuestra región, al río Paraná y su hermoso delta se lo considera una cuenca aluvional. Es tanta la cantidad de sedimentos que arrastra el Paraná que, dada la topografía del terreno que debe atravesar en su última sección, buena parte de ellos se van acumulando a su paso. Por su forma triangular recuerda a la letra griega delta, razón por la cual desde la antigüedad se denomina así a estas estructuras (conjunto de islas formadas por el aluvión transportado por un río). El delta del Paraná tiene unos 14 mil km² y se forma por los sedimentos de buena parte de la cuenca del Plata. Su dinámica determina que el delta avance año tras año unos 80 metros. La singularidad de este delta es que, a diferencia del resto, es el único que no desemboca en el mar, sino en otro río.

Principales Cuencas del Mundo

Teniendo en cuenta su superficie, las mayores cuencas son: en primer lugar la del río Amazonas, con 7,1 millones de kilómetros cuadrados de extensión casi duplica el tamaño de la cuenca que ocupa el segundo lugar, que es la cuenca africana del río Congo con 3,7 millones de km². Le siguen la cuenca del río Nilo, también en África (3,3 millones de km²); la cuenca de los ríos Mississippi-Missouri en América del Norte (3,2 millones de km²); nuestra cuenca del Río de la Plata (3,1 millones de km²); la de los ríos Obi (2,9 millones de km²); Yenisei (2,6 millones de km²) y Lena (2,4 millones de km²) en el norte de Asia. Completan la decena: la del río Níger (2,1 millones de km²) en África, y la del río Chang Jiang o Yangtze (1,8 millones de km²) en China, Asia.



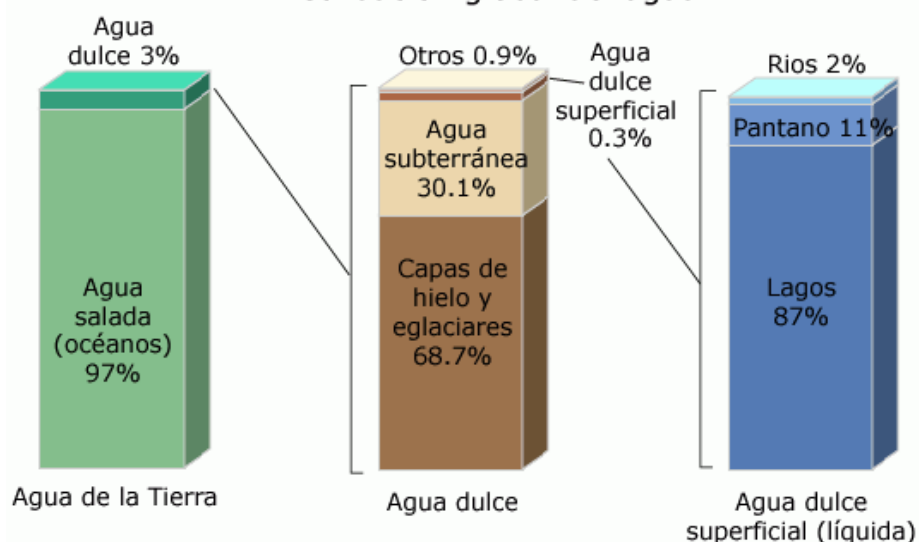
DISTRIBUCIÓN GLOBAL DEL AGUA

Para una descripción detallada de dónde se encuentra el agua de la Tierra, mira el gráfico de barras de abajo y la tabla de datos. Observa que, del total de agua de la Tierra, 1,386 millones de kilómetros cúbicos (332.5 millones de millas cúbicas), alrededor de un 97 por ciento, es agua salada. Del agua dulce total, un 68,7 por ciento está confinada en los glaciares y la nieve. Un 30 por ciento del agua dulce está en el suelo.

Las fuentes superficiales de agua dulce, como lagos y ríos, solamente corresponden a unos 93,100 kilómetros cúbicos lo que representa un 1/150 del uno por ciento del total del agua. A pesar de esto, los ríos y lagos son la principal fuente de agua que la población usa a diario.

La diferencia entre el agua de mar y el agua dulce está en su composición. La primera contiene disuelta entre 20 y 35 partes por mil de sal, o sea entre 20 y 35 mil miligramos por litro. El agua dulce prácticamente no contiene sal: entre 0 y 0,5 partes por mil, esta es la razón por la cual casi no tiene sabor.

Distribución global del agua



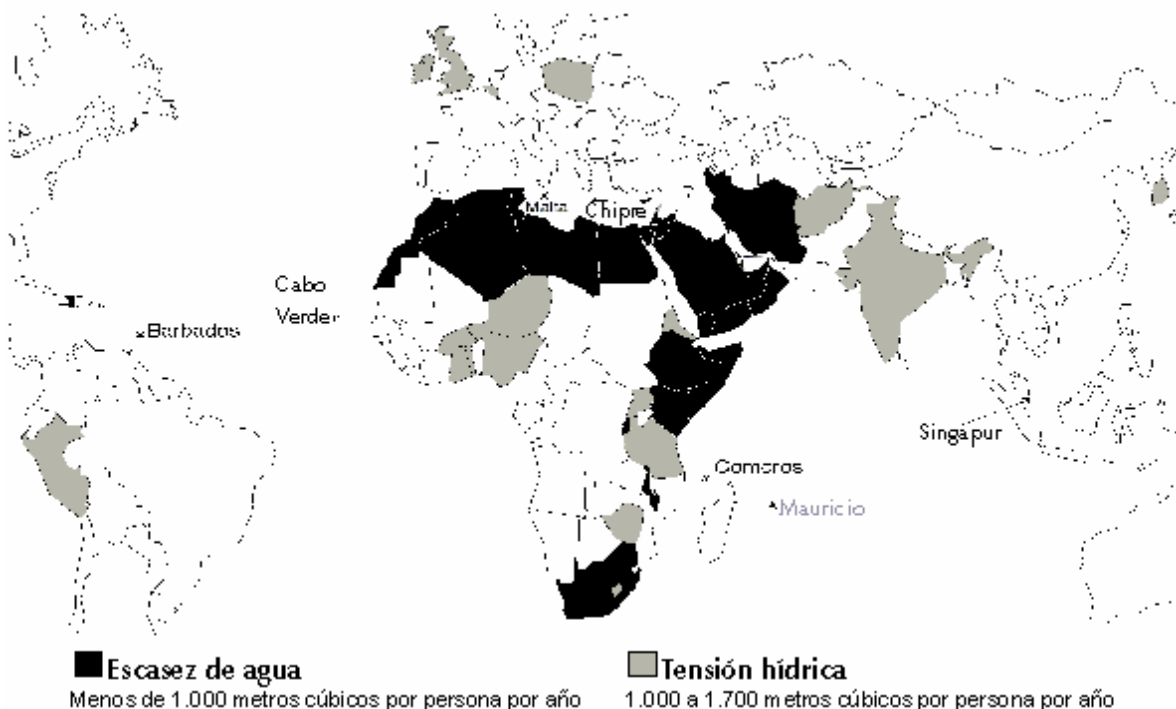
Fuente de agua	Volumen de agua, en metros cúbicos	Volumen de agua, en millas cúbicas	Porcentaje de agua dulce	Porcentaje total de agua
Océanos, Mares y Bahías	1,338,000,000	321,000,000	--	96.5
Capas de hielo, Glaciares y Nieves Perpetuas	24,064,000	5,773,000	68.7	1.74
Agua subterránea	23,400,000	5,614,000	--	1.7
Dulce	10,530,000	2,526,000	30.1	0.76
Salada	12,870,000	3,088,000	--	0.94
Humedad del suelo	16,500	3,959	0.05	0.001
Hielo en el suelo y gelisuelo (permafrost)	300,000	71,970	0.86	0.022
Lagos	176,400	42,320	--	0.013
Dulce	91,000	21,830	0.26	0.007
Salada	85,400	20,490	--	0.006
Atmósfera	12,900	3,095	0.04	0.001
Agua de pantano	11,470	2,752	0.03	0.0008
Ríos	2,120	509	0.006	0.0002
Agua biológica	1,120	269	0.003	0.0001
Total	1,386,000,000	332,500,000	-	100

Fuente: Gleick, P. H., 1996: Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp.817-823.

Un 70% de la superficie de la tierra es agua, pero la mayor parte de ésta es oceánica. En volumen, sólo 3% de toda el agua del mundo es agua dulce, y en su mayor parte no se halla generalmente disponible (39, 57). Unas tres cuartas partes de toda el agua dulce se halla inaccesible, en forma de casquetes de hielo y glaciares situados en zonas polares muy alejadas de la mayor parte de los centros de población; sólo un 1% es agua dulce superficial fácilmente accesible. Ésta es primordialmente el agua que se encuentra en los lagos y ríos y a poca profundidad en el suelo, de donde puede extraerse sin mayor costo. Sólo esa cantidad de agua se renueva habitualmente con la lluvia y las nevadas y es, por tanto, un recurso sostenible. En total, sólo un centésimo del uno por ciento del suministro total de agua del mundo se considera fácilmente accesible para uso humano. Se considera que, mundialmente, se dispone de 12.500 a 14.000 millones de metros cúbicos de agua (12.500 a 14.000 kilómetros cúbicos) por año para uso humano. Esto representa unos 9.000 metros cúbicos por persona por año, según se estimó en 1989 (*Nota: 1 metro cúbico es igual a 1.000 litros.*) Se proyecta que en el año 2025 la disponibilidad global de agua dulce per cápita descenderá a 5.100 metros cúbicos por persona, al sumarse otros 2.000 millones de habitantes a la población del mundo.

Aún entonces esta cantidad sería suficiente para satisfacer las necesidades humanas si el agua estuviera distribuida por igual entre todos los habitantes del mundo. Pero las cifras per cápita sobre la disponibilidad de agua presentan un cuadro engañoso. El agua dulce mundialmente disponible no está equitativamente distribuida en el mundo, ni en todas las estaciones del año, ni de año a año. En algunos casos el agua no está donde la queremos, ni en cantidad suficiente. En otros casos tenemos demasiada agua en el lugar equivocado y cuando no hace falta. "Vivimos bajo la tiranía del ciclo del agua", observa el hidrólogo Malin Falkenmark, refiriéndose al ciclo hidrológico de la tierra.

Países con escasez de agua y con tensión hídrica, proyección para 2025



Fuente: Gardner-Outlaw y Engelman 1997 (69) y Cuadro 1

Pobres y ricos en agua

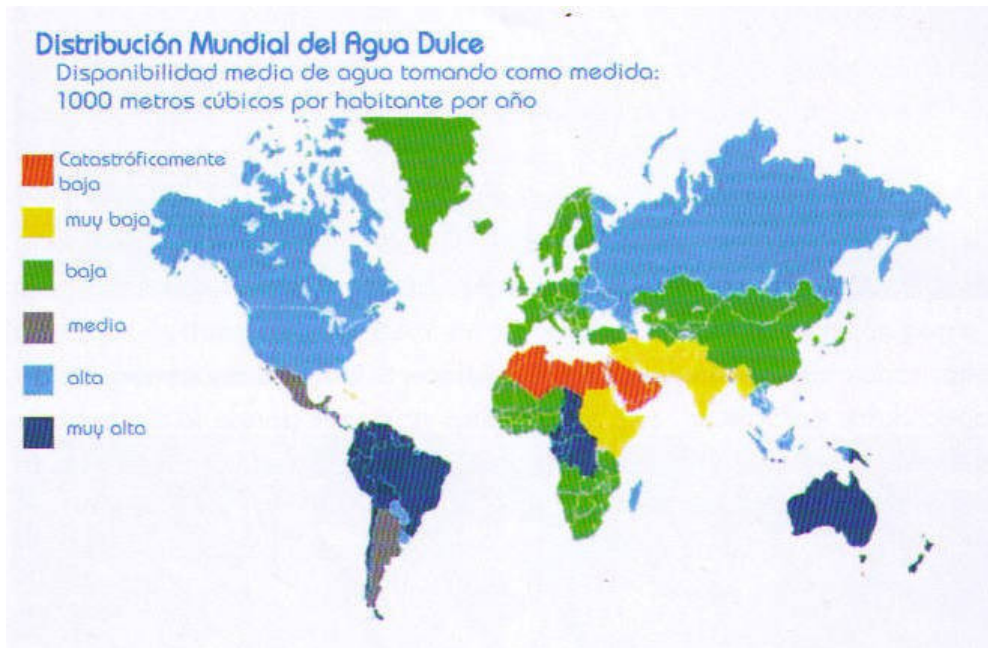
Considerando la caprichosa distribución del agua dulce en el planeta, podemos tener una idea aproximada del desafío que enfrenta la humanidad para solucionar el abastecimiento de agua potable a todas las personas. Unos pueblos luchan contra la escasez de agua que padecen; otros deben asumir la responsabilidad que les cabe de administrar correctamente la abundancia de sus fuentes.

En el siguiente esquema pretendemos visualizar cuál es la relación actual entre las reservas de agua dulce y la población que habita esos territorios. Nos interesa tanto establecer cuáles son las cantidades netas de agua existentes en cada país, como así también cuánta agua le correspondería a cada habitante, en caso de realizarse una distribución equitativa entre la gente de cada nación. Establecer esta relación sería muy importante si se planificara el crecimiento poblacional de los países, porque dejaría en evidencia cuántas personas podrían vivir en un territorio determinado, tomando en cuenta la cantidad de agua disponible.

Dividimos el planisferio en cinco grandes categorías, tomando en cuenta la cantidad de agua disponible en proporción a la población que habita cada país. No estamos hablando de cuánta agua necesita cada habitante para satisfacer sus necesidades básicas, por debajo de lo cual corre riesgo su salud y comprometer seriamente su supervivencia, sino de cuánta agua podría estar disponible para cada persona que vive en esa nación, en caso de que se repartiera en partes iguales. Estos números son el resultado de cálculos y consideraciones muy generales, realizadas con el único fin de orientar acerca de cuáles son los pueblos que viven mayores apremios con respecto al agua.

Estas son las categorías identificadas:

1. **Muy baja disponibilidad.** A cada habitante le correspondería entre 1.000 y 2.000 metros cúbicos (uno y dos millones de litros) de agua, a lo largo de todo un año.
2. **Baja disponibilidad.** Entre 2.000 y 5.000 metros cúbicos (2 y 5 millones de litros)
3. **Disponibilidad media.** Entre 5.000 y 10.000 metros cúbicos (cinco y diez millones de litros).
4. **Alta disponibilidad.** Entre los 10.000 y 20.000 metros cúbicos (diez y veinte millones de litros).
5. **Muy alta disponibilidad.** Cada persona que allí vive dispondría de una cantidad de agua dulce por encima de los 20.000 metros cúbicos (20 millones de litros), por año.



La disponibilidad de agua que se refleja en este esquema no significa que en países o regiones donde la disponibilidad de agua figura como alta, todos sus habitantes logren satisfacer sus necesidades diarias de agua dulce potable. Ni que en aquellas naciones donde la disponibilidad de agua es baja o muy baja, toda su gente muera de sed. Otra aclaración que debemos hacer es que, cuando calculamos la disponibilidad mundial de agua dulce, no tomamos en cuenta la **calidad del agua** que llega a los hogares de la gente.

Otro esquema elaborado por la Organización de las Naciones Unidas ilustra la disponibilidad de agua que tiene la humanidad, pero en lugar de considerar la situación en cada país, toma en cuenta a los continentes.

Allí se ve claramente que Sudamérica es la región del planeta cuyos habitantes disponen de la mayor cantidad de agua dulce. Somos apenas el 6% de la población mundial, pero poseemos nada menos que el 26% del agua dulce del mundo. La otra cara de la moneda corresponde a Asia, pues debe satisfacer las necesidades del 60% de los seres humanos que existen, con casi el 36% de los recursos de agua dulce existentes en el planeta.



Una vez más aclaramos que estos datos, por ser tan generales, no reflejan algunas dolorosas realidades, como por ejemplo, la desigual distribución del agua que existe dentro de los pueblos, donde en muchas ocasiones, a pesar de su riqueza en agua, muchas personas no tienen acceso al agua potable.

2 – La energía como concepto – Leyes de la energía

La Energía es un concepto esencial de las ciencias. Desde un punto de vista material complejo de definir.

El término **energía** (del griego ἐνέργεια/energeia, actividad, operación; ἐνεργός/energós=fuerza de acción o fuerza trabajando) tiene diversas acepciones y definiciones, relacionadas con la idea de una capacidad para obrar, transformar o poner en movimiento.

Casi toda la energía utilizada por el ser humano se ha originado a partir de la radiación solar llegada a la Tierra.

Cuando un rayo de sol penetra a través de una ventana, una hormiga gatea por una acera, o un auto va por la calle, hay un cambio en energía. Cambios en energía tienen lugar tan a menudo que los damos por hecho. Sin embargo, durante miles de años el concepto de energía ha sido mal comprendido. Las culturas antiguas asociaban el fuego con todas las formas de energía, y el filósofo griego Heraclito explicó todo lo que pasaba en el universo en términos de energía. En los siglos que siguieron, muchos científicos propusieron teorías para explicar el concepto de energía, pero ninguno dio verdaderas luces sobre el tema.

En 1686, el famoso matemático Inglés y el físico Sir Isaac Newton delineó tres axiomas (o leyes) que describen el comportamiento de los cuerpos en movimiento. Las 'Leyes del Movimiento' de Newton fueron la primera descripción precisa de las fuerzas que afectan los objetos que se mueven y, por consiguiente, fueron la primera descripción precisa de la energía de los objetos que se mueven (llamada energía mecánica). Los axiomas de Newton establecieron la base de nuestro conocimiento de la energía y las fuerzas.

Hay muchas formas diferentes de energía: energía mecánica, energía eléctrica, energía que proviene del calor, energía que proviene de la luz, etc. Cada una de estas diferentes formas de energía tienen en común la habilidad de causar algún tipo de cambio o forma de hacer una labor. En realidad, *la energía se define como la habilidad de causar cambio o hacer una labor*. Por ejemplo, cuando un rayo de sol penetra a través de una ventana causa un cambio porque calienta el interior de la casa. La energía 'hace una labor' dentro de una hormiga al permitirle mover sus piernas. En un auto, la energía le permite a la máquina trabajar al mover las ruedas. Casi siempre que algo se mueve o cambia, se usa energía.

Algunas formas de energía pueden ser descritas como si tuvieran dos estados diferentes. La energía potencial es energía que está asociada con la posición de un objeto relativa a un campo de fuerza. Se puede pensar que es una energía que está guardada, que todavía no está en uso. Por ejemplo, cuando uno levanta un peso pesado y lo mantiene levantado, el peso tiene una energía potencial por su posición relativa a la fuerza de gravedad que lo empuja hacia abajo. Si el peso fuera soltado y empezara a caerse, la energía potencial que posee, se convertiría en energía cinética, que es la energía del movimiento.

Imagine que tiene un peso pesado atado a una cuerda y a una polea. Mientras tira de la cuerda para levantar el peso más arriba, el peso se mueve contra la fuerza de gravedad y gana energía potencial. Cuanto arriba que levanta el peso, más energía potencial tendrá el objeto. Si suelta la cuerda y deja caer el peso, la energía cinética sería liberada en una cantidad igual a la energía potencial que el objeto tenía anteriormente. La energía cinética está

relacionada con el movimiento de un objeto, así que mientras el peso adquiere velocidad durante su caída, su energía cinética aumenta.

Los conceptos de energía, calor y trabajo

Concepciones actuales de la física expresan que:

“**Energía** es una magnitud física que se presenta bajo diversas formas, está involucrada en todos los procesos de cambio de estado, se transforma y se transmite, depende del sistema de referencia y fijado éste se conserva”.

“**Calor** es la transferencia de energía de un cuerpo (multiparticulado) a otro determinada exclusivamente por una diferencia de temperatura entre ellos”

De acuerdo con esta definición, fundamentada en la primera ley de termodinámica, el calor no es una forma de energía sino que, al igual que el trabajo modifica la energía de un sistema mediante una transferencia de la misma. Así los términos energía calórica, energía no almacenada, energía en tránsito y términos similares, para referirse al calor, son inadecuados.

Un error frecuente que se encuentra en algunos libros de textos es confundir energía con trabajo. En esto influye la definición usualmente utilizada en los libros: energía es la capacidad para realizar trabajo. Se consideran el calor y el trabajo como otras formas de energía. Esta interpretación es incorrecta, ya que sabemos que tanto el calor como el trabajo son nombres que damos a dos tipos de procesos de intercambio de energía. No podemos decir que la energía se transforma en trabajo. La energía puede transformarse o transmitirse por medio del trabajo, pero nunca transformarse en trabajo. El trabajo sea mecánico, eléctrico o magnético se refiere siempre a un proceso.

A continuación resumimos las características de los conceptos de energía, trabajo y calor a la luz de paradigmas vigentes:

Energía

- Es una magnitud física que se presenta en diversas formas.
- Involucrada en los procesos de cambio de estado (mecánicos o no)
- Es una función de estado
- Se transforma
- Se transmite
- Depende del sistema de referencia
- Se conserva (en un sistema de referencia fijo)
- Está asociada a un “sujeto” (onda o partícula) para su transmisión o intercambio

Trabajo

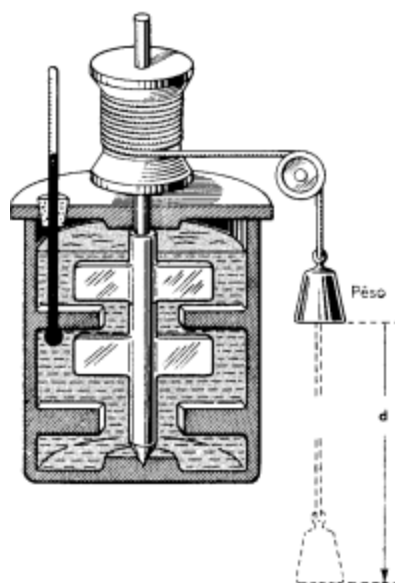
- Es un proceso para transformar, transmitir o intercambiar energía.
- No es una función de estado
- No es una forma de energía
- No se conserva
- Su magnitud se expresa en las mismas unidades que la energía
- Involucrado en fenómenos mecánicos o no
- No lo poseen los cuerpos

Calor

- Es un proceso para transferir energía
- Se presenta sólo cuando existe una diferencia de temperatura entre sistemas multiparticulados ineractuantes
- No es una función de estado
- No es una forma de energía
- No se conserva
- Su magnitud se expresa en las mismas unidades que la energía
- Involucrado en fenómenos mecánicos o no
- No lo poseen los cuerpos

Medir la Energía – Leyes de termodinámica

Hay muchas maneras diferentes de medir la energía que acompaña algún tipo de cambio. Una manera común de hacerlo es usar una unidad de energía llamada Joule. Un Joule es una cantidad de energía que se necesita para levantar un peso de una libra a una altura de nueve pulgadas. El nombre de Joule proviene del científico británico James Prescott Joule. Joule fue uno de los primeros científicos en demostrar que una forma de energía puede ser convertida en otras formas. En el famoso experimento de Joule 'rueda de paleta', usó un peso que se caía para jalar una cuerda que daba vuelta a la rueda de paleta sumergida en un cubo de agua. Joule descubrió que la energía mecánica que el peso descendente soltaba era convertida por la rueda de paleta en energía proveniente del calor. Joule midió la cantidad de energía absorbida por el agua registrando la temperatura del agua antes y después que la rueda de la paleta empezara a moverse (la temperatura es una manera de medir la energía proveniente del calor). Joule descubrió que un aumento en la temperatura del agua estaba directamente relacionado con la cantidad de energía liberada. Joule demostró que hay una relación exacta que gobierna la conversión de una forma de energía a otra.



A través de sus experimentos, Joule ayudó a descubrir que la energía se conserva durante su conversión a otras formas. El concepto de la conservación de la energía se reconoce actualmente como la primera parte de una serie de leyes que define la transferencia y el comportamiento de la energía. Estas leyes son llamadas las **Leyes de Termodinámica**.

La termodinámica es la rama de la física que estudia la energía y la transformación entre sus distintas manifestaciones, como el calor, y su capacidad para producir un trabajo.

La **ley cero de la termodinámica** establece que si dos sistemas, A y B, están en equilibrio termodinámico, y B está a su vez en equilibrio termodinámico con un tercer sistema C, entonces A y C se encuentran en equilibrio termodinámico. Este principio fundamental se enunció formalmente luego de haberse enunciado las otras tres leyes de la termodinámica, por eso se la llamó "ley cero".

La **primera ley de la termodinámica**, también conocida como ley de la conservación de la energía enuncia que la energía es indestructible, siempre que desaparece una clase de energía aparece otra (Julius von Mayer). Más específicamente, la primera ley de la termodinámica establece que al variar la energía interna en un sistema cerrado, se produce calor y un trabajo. "La energía no se pierde, sino que se transforma".

La **segunda ley de la termodinámica** indica la dirección en que se llevan a cabo las transformaciones energéticas. El flujo espontáneo de calor siempre es unidireccional, desde los cuerpos de temperatura más alta a aquellos de temperatura más baja. En esta ley aparece el concepto de entropía, la cual se define como la magnitud física que mide la parte de la energía que no puede utilizarse para producir un trabajo. Esto es más fácil de entender con el ejemplo de una máquina térmica: Una fuente de calor es usada para calentar una sustancia de trabajo (vapor de agua), provocando la expansión de la misma colocada dentro de un pistón a través de una válvula. La expansión mueve el pistón, y por un mecanismo de acoplamiento adecuado, se obtiene trabajo mecánico. El trabajo se da por la diferencia entre el calor final y el inicial. Es imposible la existencia de una máquina térmica que extraiga calor de una fuente y lo convierta totalmente en trabajo, sin enviar nada a la fuente fría.

La entropía de un sistema es también un grado de desorden del mismo. La segunda ley establece que en los procesos espontáneos la entropía, a la larga, tiende a aumentar. Los sistemas ordenados se desordenan espontáneamente. Si se quiere restituir el orden original, hay que realizar un trabajo sobre el sistema.

La **tercera de las leyes de la termodinámica** afirma que es imposible alcanzar una temperatura igual al cero absoluto mediante un número finito de procesos físicos, ya que a medida que un sistema dado se aproxima al cero absoluto, su entropía tiende a un valor constante específico. A medida que el sistema se acerca al cero absoluto, el intercambio calórico es cada vez menor hasta llegar a ser casi nulo. Ya que el flujo espontáneo de calor es unidireccional, desde los cuerpos de temperatura más alta a los de temperatura más baja (Segunda ley), sería necesario un cuerpo con menor temperatura que el cero absoluto; y esto es imposible.

La energía y su historia.

Del fuego al reactor nuclear.

Los científicos que estudian la evolución de la especie humana encontraron herramientas de piedra muy rudimentarias. El uso de una piedra para golpear otra como si fueran un martillo, o el acto de arrojar una piedra o una lanza para cazar un animal implican la utilización de la energía cinemática, pues, al estar en movimiento, el arma o la herramienta resultan más efectivas en el trabajo.

Hace unos 30.000 años, el hombre comenzó a dominar el fuego. La posibilidad de encender y mantener el fuego permitió la calefacción, el comienzo de la cocción de los alimentos y marcó los inicios de la metalurgia.

El hombre primitivo necesitaba la energía de los alimentos (la energía calórica) la cual debía ser consumida en grandes proporciones ya que la búsqueda de los mismos era dificultosa. Hace 10.000 años, con la aparición de la ganadería y la agricultura, el hombre comenzó a gastar menos energía en la búsqueda de los alimentos y mantuvo fuentes de energía disponibles como son los rebaños y las plantaciones.

Más tarde, empezaron a usarse animales para la tracción de arados. La utilización de la energía aportada por animales fue extendiéndose al transporte, la molienda de granos o las bombas para impulsar agua.

Los molinos

Otra etapa de aprovechamiento de la energía es el desarrollo de los molinos. Diferentes civilizaciones comenzaron a utilizarlos: primero, movidos por corrientes o caídas de agua y, luego, impulsados por el viento.

La energía cinética del aire también se utilizó en la navegación para reemplazar a los remeros que impulsaban los barcos. Mediante las velas, los barcos convertían la energía cinética del aire en energía cinética de la nave.

Las máquinas de vapor

En el siglo XVII se produjo el desarrollo de las máquinas a vapor. Desde comienzos del siglo XVIII, se utilizaba como combustible el carbón mineral. Las minas de las que extraía el carbón se inundaban frecuentemente y el agua era extraída mediante bombas accionadas por caballos.

En 1712, se utilizó por primera vez una bomba impulsada por un motor de vapor, diseñado por Thomas Newcomen.

James Watt en 1769 le realizó modificaciones y logró un motor de mayor rendimiento. La máquina de Watt se utilizó hasta 1784 para desagotar minas.

A medida que las máquinas de vapor eran más seguras y eficientes, comenzaron a ser usadas para el transporte.

Robert Fulton realizó pruebas con un pequeño barco impulsado por una máquina de vapor e instaló, en los EE.UU. la primera línea de barcos de este tipo. En 1825, comenzó a circular en Inglaterra el primer ferrocarril con una locomotora de vapor.

Los motores de combustión interna.

El desarrollo de los motores que utilizan la energía interna del petróleo tuvo varias etapas. El primer antecedente corresponde a dos ingenieros italianos, que hicieron funcionar un motor alimentado con gas alumbrado. Nicolás Otto desarrolló en Alemania el primer modelo de motor, que permitió la fabricación de automóviles en forma industrial.

Los motores livianos permitieron los primeros ensayos de navegación aérea. Así fue como los globos aerostáticos se convirtieron en dirigibles. En 1903, se realizó el primer vuelo en un avión impulsado por un motor. El desarrollo y la difusión del uso de los motores de combustión interna comenzó a generar una gran dependencia energética respecto del petróleo.

Los motores eléctricos.

En 1799, se inventó la pila. A partir de este hecho que transformaba la energía química en energía eléctrica se produce el avance en energía eléctrica.

En 1840, se crearon los primeros motores eléctricos, o sea, sistemas que transformaban energía eléctrica en cinética (como por ejemplo los juguetes alimentados por pilas). Luego se desarrollaron los motores de corrientes alterna que hoy utilizan los artefactos domésticos. En 1880 comenzó a expandirse la iluminación eléctrica, gracias a la invención de la lamparilla (que transforma energía eléctrica en luminosa).

La energía nuclear: Los reactores

En 1942, se puso en funcionamiento el primer reactor nuclear en EEUU. A partir de este hecho, se abrieron dos vías para la utilización de la energía nuclear: una bélica y otra de aplicaciones a la producción de energía eléctrica.

Energía Eólica

La primera utilización de la capacidad energética del viento la constituye la navegación a vela. En ella, la fuerza del viento se utiliza para impulsar un barco. Barcos con velas aparecían ya en los grabados egipcios más antiguos (3000 a.C.).

Los egipcios, los fenicios y más tarde los romanos tenían que utilizar también los remos para contrarrestar una característica esencial de la energía eólica, su discontinuidad. Efectivamente, el viento cambia de intensidad y de dirección de manera impredecible, por lo que había que utilizar los remos en los periodos de calma o cuando no soplaba en la dirección deseada. Hoy, cuando se utilizan molinos para generar electricidad, se usan los acumuladores para producir electricidad durante un tiempo cuando el viento no sopla.

Otra característica de la energía producida por el viento es su infinita disponibilidad en función lineal a la superficie expuesta a su incidencia. En los barcos, a mayor superficie bélica mayor velocidad. En los parques eólicos, cuantos más molinos haya, más potencia en bornes de la central. En los veleros, el aumento de superficie de las velas tiene limitaciones mecánicas (se rompe el mástil o vuelca el barco).

En los parques eólicos las únicas limitaciones al aumento del número de molinos son las urbanísticas.

Bibliografía

- Geografía Ambiental Planeta Agua (Panda Educación Ambiental – 2006)
- Ingeniería y Ciencias Ambientales (Mackenzie L. Davis - Susan J. Masten) Mc Graw Hill Interamericana 2005.
- UNESCO: Programa Hidrológico Internacional para América Latina y el Caribe, en el marco del Programa "Agua y Educación: para las Américas"
- Manual del agua potable (Frank R. Spellman- Joanne Drinan)
- Introducción al concepto de Energía. Anthony Carpi, Ph.D. (www.visionlearning.com)
- Leyes de termodinámica (Gobbi, Alejandro – Salica, Marcelo)