



Experimentos MEMP

Un proyecto de investigación y divulgación sobre el agua

A la comunidad educativa de Jesús-María de Burgos.

A los profesores e investigadores de la Universidad de Burgos, que nos han guiado en nuestras indagaciones.

Al certamen de investigadores, *esdelibro.es*, por la Mención Extraordinaria, 2018, concedida al proyecto.

A la Fundación Ibercivis, por hacernos partícipes del proyecto AQUA de *#cienciaciudadana* y el apoyo que nos brindan en la difusión de este proyecto.

A los artistas que nos han dedicado su arte.

A Marta, nuestra diseñadora, que con su creatividad y buen hacer da un valor añadido a nuestro trabajo.

Autores

Miguel Ángel Queiruga Dios
(director)
Mafalda Martins Dos Santos
(coordinadora)
María Fuster Cuesta
Paola Arranz Alonso
Helena Cardo Alegre

Colaboradoras

Berta Maestro Santamaría
Marta Fernández Agustín

Diseño

www.mdsngn.es



BY

Reconocimiento 3.0 España (CC BY 3.0 ES)

EL PROYECTO	1
EL AGUA	2
Propiedades	5
Acción disolvente	6
Capilaridad	6
Fuerza de cohesión entre moléculas	7
Elevada fuerza de adhesión	7
Elevado calor específico y calor de vaporización	7
Tensión Superficial	8
Conducción eléctrica	8
EN EL UNIVERSO	9
EN NUESTRO PLANETA	11
SU IMPORTANCIA	15
EL AGUA QUE BEBEMOS	17
SOSTENIBILIDAD	19

CIENCIA CIUDADANA	22
Parámetros del agua	23
Color o turbidez	23
Olor y sabor	23
pH	23
Cloruro	23
Experiencia	24
Conclusiones	24
Investigando en la Universidad	25
Valores de pH	26
Conductividad	27
Concentración de iones sodio	28
Concentración de calcio	29
Conclusiones	30
Agradecimientos	30
AGUA & ARTE	31
REFERENCIAS	35

EL PROYECTO



Imagen 1: Logo experimentos MEMP.

Somos un grupo formado por cuatro alumnas de 3º ESO del colegio Jesús-María. Nuestro grupo se llama Experimentos MEMP. Desarrollamos experimentos usando el agua y pruebas para demostrar y explicar sus propiedades. Además, hacemos investigaciones sobre el agua en el mundo.

Este curso hemos participado en el proyecto de Ciencia Ciudadana que lleva a cabo la Fundación Ibercivis, con el nombre de AQUA. Todos los alumnos de 3º y 4º de ESO estuvimos tomando datos sobre algunos parámetros de calidad del agua que encontramos en nuestros hogares. Utilizando un Kit, medimos el pH del agua, la concentración de cloro y, además, la turbidez, el olor y sabor.

También fuimos a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Burgos acompañadas del profesor. Previamente recogimos muestras de agua de distintos puntos de la ciudad, ríos y fuentes, a fin de analizar distintos parámetros del agua y comparar su concentración en ciertos iones.



Puedes encontrar más información y vídeos de nuestras experiencias en nuestro blog experimentosmemp.wordpress.com.

EL AGUA

El agua es el más importante de todos los compuestos, uno de los principales constituyentes del mundo en que vivimos y de la materia viva.

Casi las tres cuartas partes de nuestra superficie terrestre están cubiertas de agua.

Es esencial para toda forma de vida. Como ejemplo, os diremos que aproximadamente del 60% y 70% del organismo humano es agua.

Imagen 2: El 96,5% del agua es salada y se encuentra en los océanos.

PROPIEDADES

El agua es una sustancia cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Se trata de un líquido inodoro (sin olor), insípido (sin sabor) e incoloro (sin color). Puede hallarse también en estado sólido (hielo) o en estado gaseoso (vapor).

Su excepcional importancia reside en que casi la totalidad de los procesos químicos que ocurren en la naturaleza, no solo en organismos vivos, sino en toda la superficie de la Tierra, así como los que se llevan a cabo en el laboratorio y en la industria, tienen lugar entre sustancias disueltas en agua, esto es, en disolución.

El agua pura no posee propiedades ácidas ni básicas, combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas.

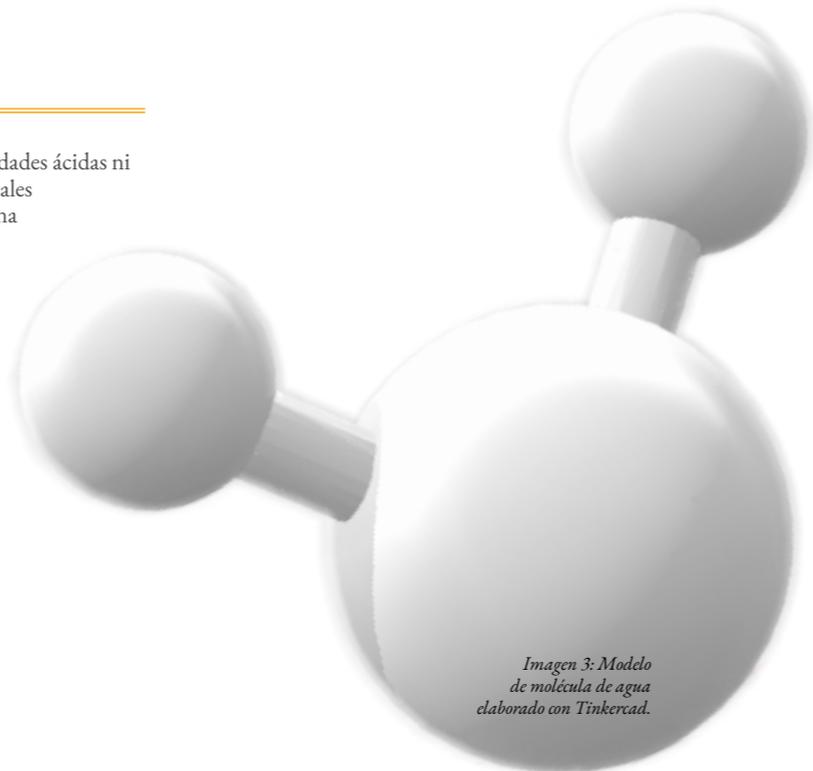


Imagen 3: Modelo de molécula de agua elaborado con Tinkercad.

ACCIÓN DISOLVENTE

El agua es el líquido que más sustancias disuelve (disolvente universal). La capacidad disolvente es la responsable de dos funciones importantes para los seres vivos: es el medio en el que ocurren la mayoría de las reacciones del metabolismo, el aporte de nutrientes y la eliminación de desechos se realizan a través de sistemas de transporte acuosos.

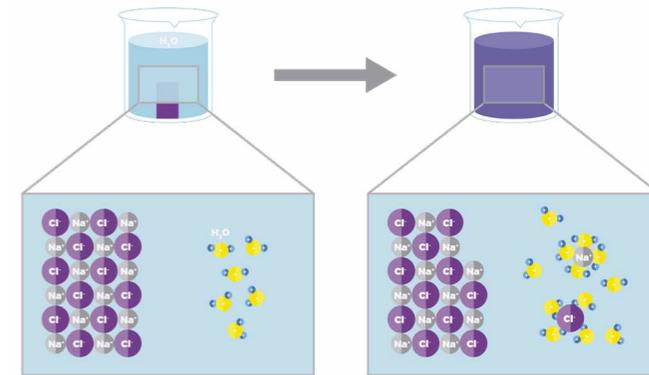


Imagen 4: Acción disolvente.

CAPILARIDAD

Si metemos un líquido en un tubo capilar, sube o baja dependiendo de la cohesión (moja o no las paredes del tubo). En el caso del agua, las fuerzas resultantes debidas a la cohesión y adhesión hacen que el líquido ascienda.

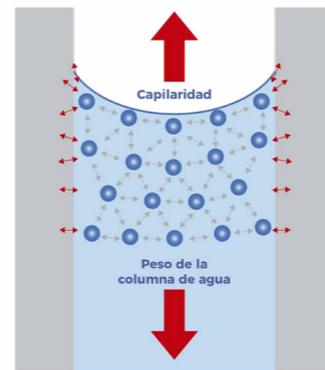


Imagen 5: Capilaridad.

- ↔ Fuerza de cohesión agua
- ↔ Fuerza de cohesión agua superficie
- ↔ Fuerza de cohesión agua pared capilar
- Molécula de agua

ELEVADO CALOR ESPECÍFICO Y CALOR DE VAPORIZACIÓN

Esto quiere decir que puede absorber gran cantidad de energía sin que varíe excesivamente su temperatura y, además, al evaporarse absorbe mucha energía de su entorno.

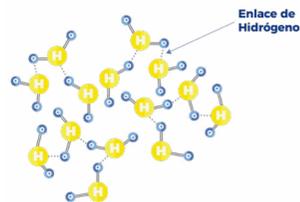


Imagen 6: Moléculas de agua.

ELEVADA FUERZA DE ADHESIÓN

Los puentes de hidrógeno entre las moléculas de agua no solo son los responsables de las fuerzas de cohesión entre ellas sino también con otras moléculas polares.

FUERZA DE COHESIÓN ENTRE MOLÉCULAS

Los puentes de hidrógeno son fuerzas entre las moléculas de agua que explican muchas de sus propiedades.

Estas interacciones

mantienen a las moléculas fuertemente unidas, formando una estructura compacta que la convierte en un líquido casi incompresible.

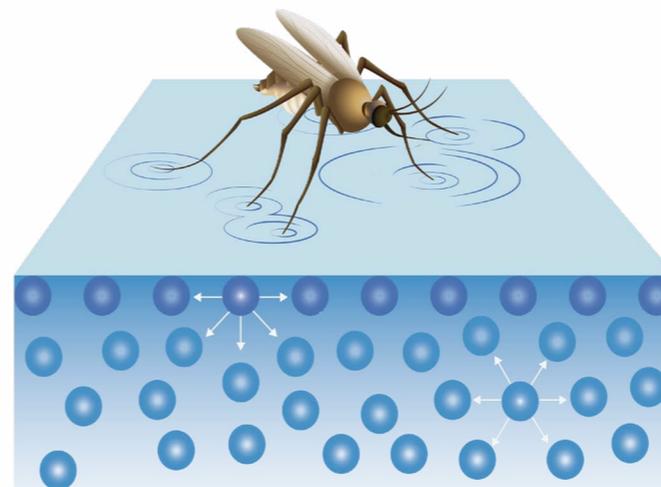
También son responsables de que, en estado sólido, las moléculas adquieran una estructura que las mantiene más separadas, ocupando más volumen.



Imagen 7: Estados del agua.

TENSIÓN SUPERFICIAL

La tensión superficial del agua se debe a que las fuerzas que afectan a las moléculas que se encuentran sobre la superficie son distintas a las que afectan a las que se encuentran más hacia el interior. Esto hace que resulte más difícil mover o desplazar las moléculas de agua que están en la superficie que las que se encuentran en el interior.



1- LAS FUERZAS UNEN LAS MOLÉCULAS DE AGUA.
2- EN EL SENO DEL LIQUIDO, CADA MOLÉCULA ESTÁ RODEADA POR OTRAS Y LAS FUERZAS SE COMPENSAN

Imagen 8: Tensión superficial.

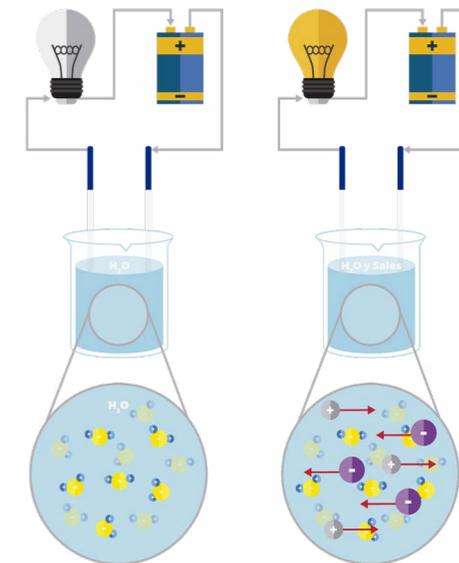


Imagen 9: Conducción eléctrica.

CONDUCCIÓN ELÉCTRICA

El agua pura es un mal conductor de la electricidad.

EN EL UNIVERSO

El primer satélite dedicado a observar el agua en el Universo, ESA's Infrared Space Observatory (ISO), se lanzó en 1995 y estuvo funcionando hasta 1998. Posteriormente, en 2009, la ESA lanzó la misión Herschel Space Observatory, dedicada a la búsqueda de agua en estrellas y planetas a lo largo de la Vía Láctea. Herschel ha detectado agua en los discos protoplanetarios (que posteriormente pueden formar estrellas o sistemas solares). El agua de estos discos acabaría formando parte de los planetas, como se cree que ha ocurrido en la Tierra.



Imagen 10: Distribución del agua en la estratosfera de Júpiter.

El agua, la base para la vida tal y como la conocemos, es una molécula muy abundante en el Universo. El hidrógeno se formó muy poco tiempo después del Big Bang, y el oxígeno se forma durante la muerte de las estrellas. Ya en la década de los años 60 se detectaron, en las nubes de formación de las estrellas, moléculas de agua.

En el nacimiento del Sistema Solar, hace unos 4.600 millones de años, las zonas más cercanas al Sol estaban pobladas por planetas secos, sólidos y muy calientes, que posteriormente fueron bombardeados por objetos helados, con alto contenido en agua, desde la periferia.

El telescopio ALMA (Atacama Large Millimeter Array), dedicado a estudiar la luz proveniente de los objetos más fríos del Universo, ha detectado recientemente moléculas de agua en una galaxia a 12 mil millones de años luz.

Otros telescopios, como el Gran Telescopio Milimétrico (GTM) en Puebla (México), el Gran Telescopio Canarias (GTC) y el High Altitude Water Cherenkov Experiment (HAWC), han detectado también agua en nuestra galaxia.

La búsqueda de agua en el Universo se relaciona muchas veces con la búsqueda de vida debido a que, para el desarrollo de esta, al menos tal y como la conocemos, es necesaria la existencia de agua en estado líquido. Se define entonces la zona de habitabilidad:

“Zona del espacio alrededor de una estrella en la que los planetas o satélites que se encuentren en ella son susceptibles de albergar vida”

- Sociedad Española de Astronomía -

Una de las condiciones que se imponen es que no esté suficientemente cercano a su estrella ni suficientemente lejos como para que sea posible la existencia de agua líquida; aunque esto no es suficiente, ya que entran en juego otros factores, como el efecto invernadero o el efecto gravitacional, que hace que sea posible la existencia de agua líquida.

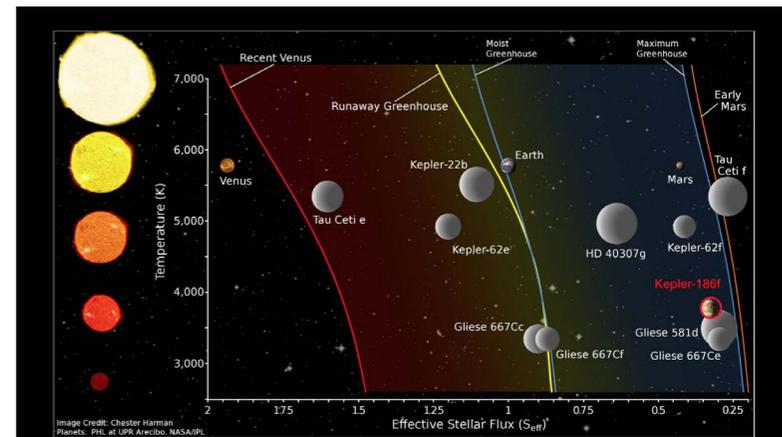


Imagen 11: Zona de habitabilidad en función de la temperatura superficial de la estrella.

EN NUESTRO PLANETA

Desde el espacio nuestro planeta destaca del fondo negro como una esfera azul.

Un puntito azul pálido en una fotografía tomada por la sonda espacial Voyager 1 desde una distancia de 6000 millones de kilómetros. Esta imagen inspiró a Carl Sagan su libro “Un punto azul pálido: una visión del futuro humano en el espacio” (1994).

Esta fotografía de la Tierra desde el espacio inspiró a Sagan, a muchos científicos y a muchas personas la reflexión sobre el pequeño espacio que ocupa el ser humano en el inmenso Universo. Reproducimos a continuación un fragmento del texto de Carl Sagan:

“Mira ese punto. Eso es aquí. Eso es nuestro hogar. Eso somos nosotros. Ahí ha vivido todo aquel de quien hayas oído hablar alguna vez, todos los seres humanos que han existido. La suma de todas nuestras alegrías y sufrimientos, miles de religiones seguras de sí mismas, ideologías y doctrinas económicas, cada cazador y recolector, cada héroe y cada cobarde, cada creador y destructor de civilizaciones, cada rey y cada campesino, cada joven pareja enamorada, cada niño esperanzado, cada madre y cada padre, cada inventor y explorador, cada maestro moral, cada político corrupto, cada “superestrella”, cada “líder supremo”, cada santo y cada pecador en la historia de nuestra especie vivió ahí – en una mota de polvo suspendida en un rayo de sol.

La Tierra es un escenario muy pequeño en la vasta arena cósmica. Piensa en los ríos de sangre vertida por todos esos generales y emperadores, para que, en gloria y triunfo, pudieran convertirse en amos momentáneos de una fracción de un punto. Piensa en las interminables crueldades cometidas por los habitantes de una esquina del punto sobre los apenas distinguibles habitantes de alguna otra esquina del punto. Cuán frecuentes sus malentendidos, cuán ávidos están de matarse los unos a los otros, cómo de fervientes son sus odios. Nuestras posturas, nuestra importancia imaginaria, la ilusión de que ocupamos una posición privilegiada en el Universo... Todo eso es desafiado por este punto de luz pálido.

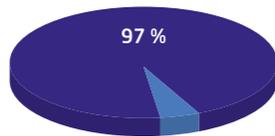
Nuestro planeta es una solitaria mancha en la gran y envolvente penumbra cósmica. En nuestra oscuridad –en

toda esta vastedad–, no hay ni un indicio de que vaya a llegar ayuda desde algún otro lugar para salvarnos de nosotros mismos. La Tierra es el único mundo conocido hasta ahora que alberga vida. No hay ningún otro lugar, al menos en el futuro próximo, al cual nuestra especie pudiera migrar. Visitar, sí. Colonizar, aún no. Nos guste o no, por el momento la Tierra es donde tenemos que quedarnos. Se ha dicho que la astronomía es una experiencia de humildad, y formadora del carácter. Tal vez no hay mejor demostración de la locura de la soberbia humana que esta distante imagen de nuestro minúsculo mundo. Para mí, subraya nuestra responsabilidad de tratarnos los unos a los otros más amable y compasivamente, y de preservar y querer ese punto azul pálido, el único hogar que siempre hemos conocido.

Imagen 12: La Tierra: un ‘punto azul pálido’.

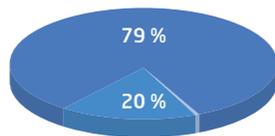
A pesar de que muchos autores indican por esto que nuestro planeta se podría llamar “Planeta Agua” (aunque en realidad el agua ocupa solamente una delgada capa superficial de la Tierra), la mayoría del agua se encuentra en los mares y océanos, por tanto no es agua que podamos consumir directamente.

En la siguiente imagen podemos hacernos una idea de la pequeña fracción de agua que podemos utilizar directamente para nuestro consumo:



AGUA TOTAL

- 97 % OCEANOS
- 3 % AGUA DULCE



AGUA DULCE

- 79 % CASQUETES POLARES & GLACIARES
- 20 % AGUAS SUBTERRÁNEAS
- 1 % AGUA DULCE SUPERFICIAL DE FÁCIL ACCESO



AGUA DULCE SUPERFICIAL DE FÁCIL ACCESO

- 52 % LAGOS
- 38 % HUMEDAD DE LOS SUELOS
- 8 % VAPOR DE AGUA ATMOSFÉRICO
- 1 % AGUA EN LOS SERES VIVOS
- 1 % RÍOS

Imagen 13: Distribución del agua en el planeta.

Pero el agua de nuestro planeta está en continuo movimiento en lo que se conoce como ciclo del agua, resumido en la siguiente imagen:

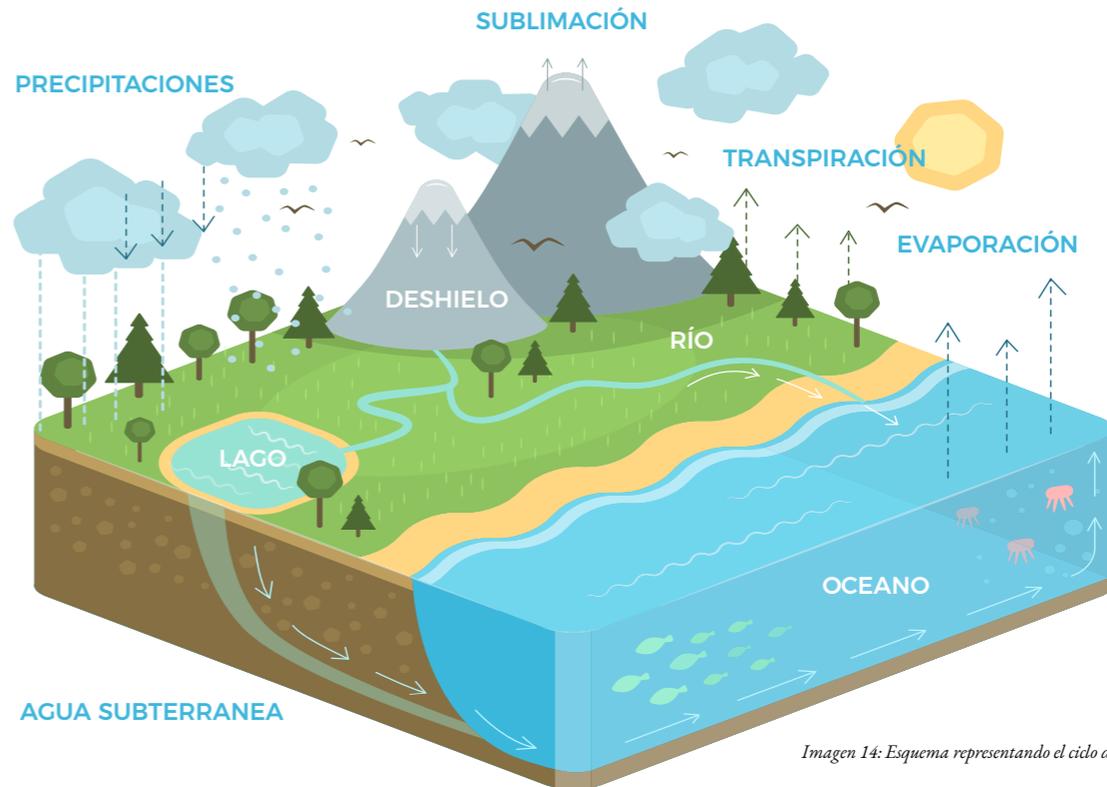


Imagen 14: Esquema representando el ciclo del agua.

EL AGUA ES IMPRESCINDIBLE PARA LA VIDA

En cada organismo se producen infinidad de reacciones químicas y procesos físicos que requieren de agua. La mayoría de los procesos biológicos se producen en el seno de este líquido.

Además, nuestra sociedad y nuestra forma de vida requieren grandes cantidades de agua. Tanto para uso doméstico como para uso industrial, agrícola y ganadero. Nuestra economía está sustentada en el agua, por eso algunos la llaman “oro azul del siglo XXI”.

¿Os habéis preguntado alguna vez la cantidad de agua necesaria para tomar una taza de café? Y no nos referimos exclusivamente al agua que se encuentra en el interior de la taza en el momento de añadir el azúcar, sino al consumo de agua que ha permitido que podamos tomarnos

esa taza. Te invitamos a que pienses una cantidad, la apuntes en un papel y después hagas una búsqueda en internet. ¡Seguro que te sorprendes con la respuesta!

Nosotros estamos acostumbrados a abrir el grifo y disponer de toda el agua que queramos, y es posible que esto haga que no valoremos la importancia que tiene. Pero esto no fue siempre así. En el pasado, los pueblos y ciudades se construían lo más cerca posible del agua, y cuando no era posible o las poblaciones crecían, se trasladaba a través de enormes construcciones. En las migraciones de los pueblos, era habitual utilizar como ruta el cauce de un río; esto servía para obtener suministro de agua y de comida (los animales que se acercaban a beber).

PARA LA MAYORÍA DE NOSOTROS, EL AGUA ES UN BIEN TOTALMENTE ACCESIBLE. PERO NO ES ASÍ PARA TODOS Y NO SIEMPRE HA SIDO ASÍ.

SU IMPORTANCIA

Imagen 15: Hombres transportando agua.

EL AGUA QUE BEBEMOS

El agua es necesaria para el correcto funcionamiento de nuestro cuerpo. Distintas fuentes indican que es recomendable ingerir entre 1,5 y 2 litros cada día. Pero el agua que sale de nuestros grifos no es H₂O solamente (de hecho, nuestro organismo no debe ingerir agua pura) sino que tiene otros elementos en disolución.

Algunos de los más habituales, como el cloro, provienen de su tratamiento. Al añadir cloro al agua se acaba con gérmenes,

bacterias, virus o parásitos que de otro modo podrían causar enfermedades. Aun así, el cloro, en cantidades elevadas, sería perjudicial para la salud.

Si las tuberías de nuestras casas son antiguas, el agua podría contener plomo (este es muy tóxico). También pueden aparecer metales pesados en nuestra agua del grifo, aunque las cantidades de estos son controladas en las plantas de tratamiento para evitar que resulten en concentraciones altas, lo cual sería nocivo.

También podemos encontrar polonio en el agua. Esta sustancia radioactiva suele encontrarse de forma natural en este elemento, ya que está presente en el suelo y en la atmósfera, además de trazas de fertilizantes, insecticidas e incluso medicamentos. La legislación sobre los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano puedes verlos en el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

A pesar de los controles que existen sobre el agua que tenemos en nuestros hogares, antes de llegar a ellos, los consumidores están cada vez más preocupados por su calidad. Según ANEABE (Asociación Nacional de Empresas de Agua de

Bebida Envasada), las ventas de agua embotellada aumentan cada año.

Según un estudio de OCU (OCU-Compra Maestra nº 397 | Noviembre 2014), el agua del grifo es en general de gran calidad. Y, todo hay que decirlo,

estamos de suerte: nuestra ciudad, Burgos, encabeza el ranking de calidad de agua en nuestro país.

CUADRO CÓMO SE USA	
Precios El gasto medio en agua de un hogar de 4 personas con las actuales tarifas (octubre 2014).	utilizadas en cultivos.
Mineralización Contenido de sodio, potasio, magnesio, etc., que influye en el sabor.	Turbidez Presencia de partículas que disminuyen la transparencia.
Metales Evaluamos si hay rastros de cobre, zinc, níquel, plomo, hierro, etc. naturales o de las conducciones.	Microbiología Comprobamos si había patógenos (<i>Salmonella</i> y <i>P. aeruginosa</i>) y realizamos los recuentos de indicadores (aerobios, bacterias coliformes, <i>E. coli</i> , enterococos...).
Trihalometanos Son el resultado de ciertas reacciones del cloro. Su alta concentración es indeseable.	
Plaguicidas Rastreamos 57 sustancias	

⊕ Muy bueno
+ Bueno
□ Aceptable
- Malo
⊖ Muy malo
s.d.: sin datos
■ Muy barata
■ Muy cara

AGUA DEL GRIFO	Precio (euros/175m ³ anuales)	CARACTERÍSTICAS							TOTAL
		Mineralización	Dureza	Metales	Nitratos	Trihalometanos	Plaguicidas	Turbidez	
Burgos	202	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
San Sebastián	202	+	⊕	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Las Palmas	374	+	⊕	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Vigo	236	⊕	⊕	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Pontevedra	243	⊕	⊕	□	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Altea La Vieja (Alicante)	404	+	+	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Badajoz	303	+	⊕	+	⊕	+	⊕	⊕	⊕
Madrid	271	⊕	⊕	+	⊕	+	⊕	⊕	⊕
Tarragona	389	+	⊕	+	⊕	+	⊕	⊕	⊕
Palencia	145	+	⊕	⊕	⊕	+	⊕	⊕	⊕
Córdoba	321	+	⊕	+	⊕	⊕	⊕	⊕	+
Guadalajara	158	⊕	⊕	+	⊕	+	⊕	⊕	⊕
Orense	162	⊕	⊕	+	⊕	+	⊕	⊕	⊕

Imagen 16: Burgos a la cabeza del ranking de calidad de agua según OCU. Captura de OCU-Compra Maestra nº 397 | Noviembre 2014.

SOSTENIBILIDAD



Imagen 17: Logo Día Mundial del Agua.

El agua es un bien fundamental para la vida. En nuestro planeta existen grandes cantidades de este preciado elemento, pero, para el desarrollo de nuestra sociedad, necesitamos grandes cantidades de agua dulce, limpia y potable, no solamente para el consumo directo, sino para todos los procesos industriales.

En el 2030 tendremos un déficit del 40 % de agua en el mundo. La falta de agua potable afecta a la salud de la población y a su nivel de desarrollo, ya que el agua

es fundamental para todas las actividades que pueden generar riqueza: agricultura, ganadería, minería...

La falta de agua en el mundo es un grave problema. ¿Qué estamos haciendo ante esta situación? En la actualidad, más de un 70 % de la población mundial tiene acceso al agua potable, pero un 30 % no tiene acceso a agua potable libre de riesgos. La población mundial es de 7.500 millones de personas, un 30 % de esta cantidad, unos 2.250 millones de personas no tiene agua potable. Unido al aumento de población y de

la necesidad de utilización de agua, el cambio climático está modificando los ciclos de precipitaciones, lo que dificulta el aprovechamiento del agua dulce de la lluvia, a través de ríos y embalses.

Precisamente para recordarnos la importancia del agua, la ONU, a través de UN-Water, coordina el Día Mundial del Agua. Nuestro país no queda ajeno a esta problemática: 2017 se ha cerrado como el segundo año más seco desde 1965, y las precipitaciones entre el 1 de octubre y el 26 de diciembre han sido un 44%

inferiores que el valor normal del periodo. Por ello el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente ha lanzado la campaña “El agua nos da la vida. Cuidémosla”.

Es necesaria, por tanto, una gestión eficaz e inteligente del agua, optimizando:



Imagen 19: Pequeños gestos, grandes ahorros.

1

Su recogida del medio ambiente, teniendo en cuenta que no es un recurso ilimitado.

2

Su consumo, directo e indirecto, pensando no solamente en el uso inteligente del agua y ahorro en el hogar, sino en la cantidad de agua que se ha utilizado en cada producto que compramos.

3

Su reutilización y reciclaje, para que aprovechemos a máximo cada gota de agua, y cuando la devolvamos al ambiente esté lo más limpia posible.

Imagen 18: Montaje fotográfico.

CIENCIA CIUDADANA

Este curso estamos participando en el proyecto de Ciencia Ciudadana que lleva a cabo la Fundación Ibercivis, con el nombre de AQUA.

Se trata de que todos los alumnos (todos los ciudadanos) se comporten como científicos, colaborando en un proyecto real. Todos los alumnos de 3º y 4º de ESO estamos tomando datos sobre algunos parámetros de calidad del agua que encontramos en nuestros hogares. Utilizando un Kit, medimos el pH del agua, la concentración de cloro y, además, la turbidez y el olor y sabor.

Los resultados que hemos obtenido nos indican que tenemos un agua de muy buena calidad en nuestra ciudad y pueblos cercanos, que es donde hemos tomado los datos.



Imagen 20: Logo del proyecto AQUA.

Imagen 21: Tubos de ensayo laboratorio.

PARÁMETROS DEL AGUA

La calidad de las aguas de consumo está regulada en todos los países de la UE por la Directiva 98/83/CE. Y en España se articula a través del RD 140/2003.

Son muchos los parámetros que recoge el Real Decreto, donde podemos comprobar los límites que pueden contener en el agua y, así, poder considerarla apta para el consumo. Algunos de estos parámetros los nombramos a continuación.

COLOR O TURBIDEZ

Se considera que el color del agua puede originarse por:

- La descomposición de la materia.
- La materia orgánica del suelo.
- La presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos.

En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados. La turbidez es producida por las partículas en suspensión.

OLOR Y SABOR



Sabor y olor están muy relacionados. La ausencia de olor puede ser un indicio de la ausencia de contaminantes.

PH



El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua (corrosión e incrustaciones en las tuberías). Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 6 a 9.

Cuando se tratan aguas ácidas, es común la adición de un álcali (por lo general, cal) para optimizar los procesos de coagulación.

CLORURO



Su presencia en el agua potable se debe al agregado de cloro en las plantas de tratamiento. El cloruro, en forma de ion Cl⁻, es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua, sin embargo, en altas concentraciones puede tener un sabor salado fácilmente detectable si el anión está asociado a los cationes sodio o potasio, pero el sabor no es apreciable si la sal disuelta es cloruro de calcio o magnesio, ya que en estos casos el sabor salado no se aprecia.

A partir de ciertas concentraciones, los cloruros pueden ejercer una acción corrosiva y erosionante, en especial a pH bajo. El nivel de cloro en agua potable, se establece que no debe superar 2 mg/l respecto al combinado residual mientras que el cloro libre residual no debe superar 1 mg/l. Esta cantidad está fijada por el Real Decreto 140/2003 (agua de consumo humano).

EXPERIENCIA

Utilizando el kit suministrado por la Fundación Ibercivis (proyecto AQUA). Analizamos el pH, el cloro y además tomamos datos del sabor y olor del agua.

En el momento de este estudio disponemos de 32 medidas.

Estos valores se geolocalizaban (cada uno se registraba en la aplicación de Aqua y subía los valores obtenidos y su ubicación). Puedes verlos aquí:

[HTTP://AQUA.IBERCIVIS.ES](http://AQUA.IBERCIVIS.ES)

Los resultados se muestran en la Imagen 22 y 23.

CONCLUSIONES

Los valores que obtenemos en cuanto al pH, muestran un agua ligeramente ácida (con respecto a los valores habituales del agua natural).

Las concentraciones de cloro en el agua

están muy por debajo de los valores máximos permitidos.

No se ha observado sabor ni olor en las muestras tomadas.

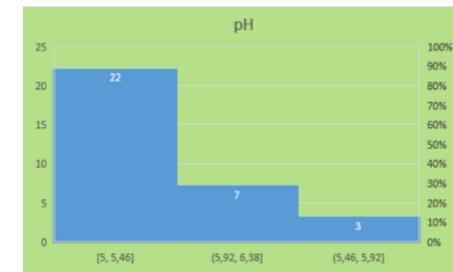


Imagen 22: Valores de pH obtenidos en las 32 muestras de agua en la ciudad de Burgos y poblaciones próximas.

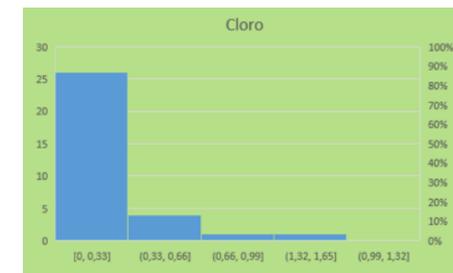


Imagen 23: Valores de cloro obtenidos en las 32 muestras de agua en la ciudad de Burgos y poblaciones próximas.

INVESTIGANDO EN LA UNIVERSIDAD

El jueves 19 de abril fuimos a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Burgos acompañadas del profesor. Allí fuimos recibidas por profesores (Álvaro Colina, Aránzazu Heras) y el investigador Jesús Garoz, del Área de Química Analítica.

Previamente recogimos muestras de agua de distintos puntos de la ciudad, ríos y fuentes, a fin de analizar distintos parámetros del agua y comparar su concentración en ciertos iones.

VALORES DE PH

Estos valores fueron obtenidos con el pH-metro.

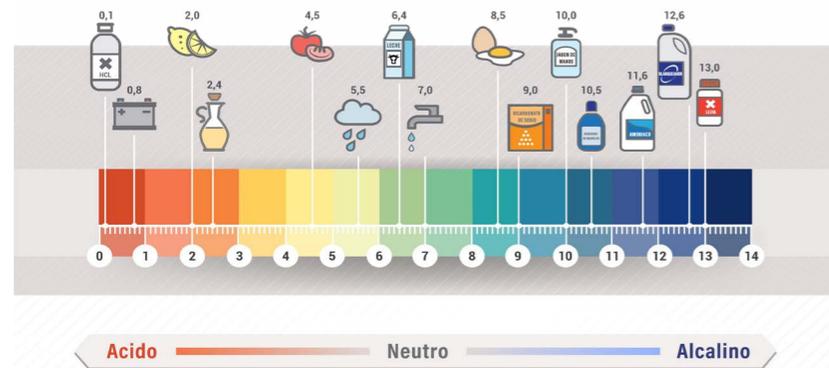


Imagen 24: Escala de pH.



Imagen 25: pHmetro utilizado con las muestras de agua.

MUESTRA	SEÑAL
Fuente Plaza San Agustin	6.23
Fuente Plaza Vega	5.96
Fuente Río Vena	7.7
Fuente Plaza Santa Teresa	7.57
Río Vena	7.2
Fuente Pistas atletismo	7.63
Río Arlanzón	7.51
Fuente no potable, enfrente piscinas San Amaro	7.63
Río Arlanzón cerca de la Isla	7.45
Fuente Lidl	7.61
Fuente Espolón	7.62
Agua desionizada	7.17

CONDUCTIVIDAD

El agua es un compuesto covalente molecular, por lo que su conductividad en estado puro tiene que ser prácticamente nula. Aunque es cierto que siempre hay una pequeña fracción de agua disociada en protones y OH^- , la conductividad del agua procede fundamentalmente de la cantidad de iones que tenga en disolución (esto suele denominarse conductividad de segunda especie, para distinguirla de la conductividad debida al movimiento de los electrones, como en los metales, o conductividad de primera especie).

MUESTRA	SEÑAL ($\mu\text{S}/\text{m}$)
Fuente Plaza San Agustin	103
Fuente Plaza Vega	104.6
Fuente Río Vena	105.7
Fuente Plaza Santa Teresa	113.1
Río Vena	1497
Fuente Pistas atletismo	103.9
Río Arlanzón	189.3
Fuente no potable, enfrente piscinas San Amaro	115.8
Río Arlanzón cerca de la Isla	314
Fuente Lidl	104.1
Fuente Espolón	107
Agua desionizada	0.34
Agua destilada	1.3

La conductividad en el Sistema Internacional se mide en Siemens por metro (S/m).

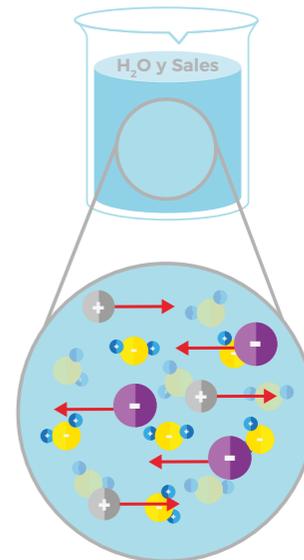


Imagen 26: Conductividad en el agua.

CONCENTRACIÓN DE IONES SODIO

Las sales de sodio más importantes que se encuentran en la naturaleza son el cloruro de sodio, NaCl, y el carbonato de sodio, Na₂CO₃. Es un ion que juega un papel fundamental en el metabolismo celular, regulando equilibrios en el interior de nuestro cuerpo. Participa en la transmisión de impulsos nerviosos, en la contracción muscular y en la absorción de nutrientes por las membranas; pero el exceso de este ion en nuestro organismo puede ser perjudicial. Cuando aumenta su concentración puede producirse hipertensión arterial, haciendo que el corazón lata a un ritmo mayor que el adecuado. Por lo tanto, la concentración de sodio es un parámetro importante a conocer en el agua que bebemos.

La concentración de sodio en las muestras de agua la hemos determinado con el fotómetro de llama.

A partir de la ecuación de la recta de calibración del fotómetro de llama, pudimos obtener las concentraciones de sodio de las muestras de agua:



Imagen 27: Fotómetro de llama que hemos utilizado para determinar la concentración de sodio en el agua.

Para construir la recta de calibración del instrumento preparamos distintas disoluciones de concentración conocida, que se muestran en la siguiente tabla Concentraciones PPM / Señal:

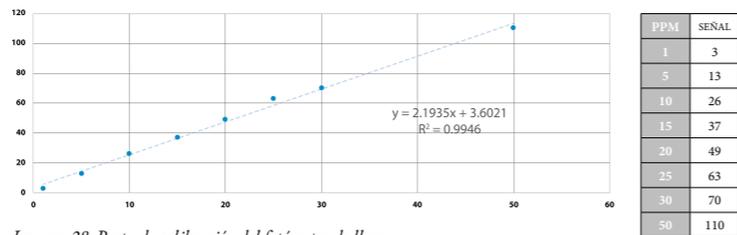


Imagen 28: Recta de calibración del fotómetro de llama.

MUESTRA	SEÑAL	CONCENTRACIÓN EN PPM
Fuente Plaza San Agustín	11	3.372646455
Fuente Plaza Vega	11	3.372646455
Fuente Río Vena	11	3.372646455
Fuente Plaza Santa Teresa	12	3.828538865
Río Vena	66	28.44672897
Fuente Pistas atletismo	12	3.828538865
Río Arlanzón	14	4.740323684
Fuente no potable, enfrente piscinas San Amaro	18	6.563893321
Río Arlanzón cerca de la Isla	14	4.740323684
Fuente Lidl	13	4.284431274
Fuente Espolón	13	4.284431274
Agua desionizada	11	3.372646455

CONCENTRACIÓN DE CALCIO

El calcio, junto al magnesio, forman la dureza del agua. La presencia de iones calcio en el agua potable dota al agua de un sabor característico. Aunque tanto en la legislación nacional como internacional no hay límite para el contenido de calcio, sí conviene conocerlo ya que es importante para personas que sigan dietas especiales (la OMS no ha encontrado efectos negativos en la salud en sus múltiples estudios al respecto). El agua con una dureza superior a 200 mg/l puede provocar daños en tuberías y depósitos.

Para medir la concentración de iones calcio disueltos en el agua, utilizamos el espectrofotómetro de absorción atómica.

Previamente buscamos información sobre el espectro de emisión de algunos metales, que está relacionado con la llama que se observa, y probamos con algunas disoluciones preparadas.

Obtuvimos la recta de calibración, de forma similar a la calculada para la obtención de la concentración de sodio, pero mientras tratábamos de obtener la concentración de calcio de las muestras de agua, nos encontrábamos con algunos valores no encajaban (valores que se salían de la escala y tras diluir la disolución, seguían saliéndose). Lo achacamos a que las muestras de agua de río podrían tener partículas en suspensión que atascaban el capilar, o que quizá este estaba dañado (o las dos cosas). Aunque repetiremos los análisis, dejamos aquí la tabla de valores obtenidos:

Ca (Calcio)	→	ROJO LADRILLO
Ácido Bórico	→	VERDE
Sr (Estroncio)	→	ESCARLATA
Na (Sodio)	→	AMARILLO INTENSO
Fe (Hierro)	→	DORADO
K (Potasio)	→	LILA
Cu (Cobre)	→	AZUL-VERDOSO
Mg (Magnesio)	→	MORADO

PPM	SEÑAL
1	0.032
5	0.107
10	0.181
20	0.378
30	0.66



Imagen 29: Espectrofotómetro de absorción atómica.

MUESTRA	SEÑAL
Fuente Plaza San Agustín	0.37
Fuente Plaza Vega	0.366
Fuente Río Vena	0.389
Fuente Plaza Santa Teresa	0.404
Río Vena	1.066
Fuente Pistas atletismo	0.356
Río Arlanzón	0.546
Fuente no potable, enfrente piscinas San Amaro	0.366
Río Arlanzón cerca de la Isla	0.768
Fuente Lidl	0.356
Fuente Espolón	0.363

CONCLUSIONES

Valores de pH: todas las muestras tienen valor de pH muy próximo a neutro.

Conductividad: todas las muestras de agua tomadas de las fuentes presentan valores similares de conductividad, esta se dispara en el agua de los ríos, particularmente en el Río Vena, lo que indica que transportan más electrolitos.

Concentración de sodio: valores similares, próximos a 4 ppm, en las fuentes de agua potable, aumenta considerablemente en la fuente de agua no potable (quizá la evaporación que se produce acumula sodio), y en los ríos supera las 4 ppm.

Concentración de calcio: no concluyente.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores e investigadores del Área de Química Analítica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Burgos, por acercarnos a la ciencia de una forma tan amena y dedicarnos ese tiempo tan valioso.

Agua & Arte



Imagen 30: Equipo MEMP junto al investigador Jesús Garoz, del Área de Química Analítica de la Universidad de Burgos.



“GOTA DE AGUA”

Imagen 31: Dibujo enviado por un compañero del cole, de 4º de la ESO, Jorge.



“EL AGUA ES VIDA”

Imagen 32: Este es el mensaje que nos envía Ryza Phatzo, un artista de Johannesburgo, a través de su precioso graffiti, representando que la ciencia puede aportar mucho, opinión e investigación, para lograr su sostenibilidad.



“AGUA CRISTALINA”

Autor: Nathalie Francis
Imagen 33.



“LA GOTA DE AGUA”

Autor: Nathalie Francis
Imagen 34.

“AUMENTO DE VOLUMEN”

Autor: Nathalie Francis
Imagen 35.



“DE MENOS A MÁS”

Autor: Nathalie Francis
Imagen 36.



"DEDICATORIA A LAS AUTORAS"

Autor: Nathalie Francis
Imagen 37.

"EQUILIBRIO VITAL"

Autor: Paco Casal
Imagen 38.



- EL AGUA** VIX. ¿Qué porcentaje del planeta Tierra es agua? <https://www.vix.com>
 Definición.DE. Agua. <https://definicion.de/agua/>
 Página de Ismail Ali Gago. El agua. <http://platea.pntic.mec.es>
 AGUA: Propiedades del agua. <https://agua.org.mx/propiedades-derl-agua/>
 Definición.DE. Capilaridad. <https://definicion.de/capilaridad/>
 Definición.DE. Tensión superficial. <https://definicion.de/tension-superficial/>
 Metodología Bioquímica Básica. Curso de Biomoléculas. Propiedades del agua. <http://www.ebu.eus>
- EN EL UNIVERSO** ABC ciencia. ¿De dónde viene el agua del Universo? <http://www.abc.es>
 ESA. Herschel. The cosmic water trail uncovered by Herschel. <http://sci.esa.int>
 Fundación UAM. ¿Hay agua en el universo? <http://www.fundacionunam.org>
 El sitio del agua. El agua en el Universo. <http://www.elsitiodelagua.com>
 Sociedad Española de Astronomía. Zona de habitabilidad. <https://www.sea-astronomia.es>
 ARTÍCULO: El agua en el universo. Asunción Fuente. Observatorio Astronómico Nacional. Instituto Geográfico Nacional – Ministerio de Fomento http://www.elsitiodelagua.com/i/biblioteca/planeta/agua_en_el_universo.pdf
 LIBRO: El Universo y la vida. Mónica G. Salomone, investigadora del Centro de Astrobiología. <http://alcala.cab.inta-csic>
 LIBRO: Astrobiología – sobre el origen y evolución de la Vida en el Universo. Alvaro Giménez Cañete, Javier Gómez-Elvira y Daniel Martín Mayorga (coords.), Ricardo Amils, David Barrado, Carlos Briones, José Cernicharo, David C. Fernández, Felipe González, Víctor Parro, Olga Prieto y Javier Rodríguez. Editorial: CSIC y Catarata.
- EN NUESTRO PLANETA** Biblioteca digital del Ilce. El agua en nuestro planeta. <http://bibliotecadigital.ilce>
 Wikipedia. Un punto azul pálido. <https://es.wikipedia.org>
 El Mundo. 25 años del ‘punto azul pálido’. <http://www.elmundo.es>
 Fundación AQUAE. Hidrosfera. El ciclo del agua, un viaje con retorno. <https://www.fundacionaquae.org>
- SU IMPORTANCIA** Importancia.biz. Importancia del agua. <https://importancia.biz>
 20 minutos. Un café necesita 140 litros de agua. <https://www.20minutos.es>
 USMP. Importancia del agua. <http://www.usmp.edu.pe>
 iAgua. Agua: oro azul del siglo XXI. <https://www.iagua.es>
 Esferadelagua. Agua para la salud. Pasado, presente y futuro. <https://www.esferadelagua.es>
- SOSTENIBILIDAD** OXFAM. La importancia del agua en nuestra vida cotidiana. <https://blog.oxfamintermon.org>
 Importancia.biz. Importancia del agua. <https://importancia.biz/importancia-del-agua/>
 Sostenibilidad. Agua. <https://www.sostenibilidad.com/agua/>
 Veracidad Channel. ¿Qué pasaría si el agua se acaba en todo el mundo? <http://veracidadchannel.com>
 eSMARTCITY.es. La gestión inteligente del agua será fundamental para la resiliencia de las Smart Cities. <https://www.esmartcity.es>
 Naciones Unidas. Día Mundial del Agua, 22 de marzo. <http://www.un.org/es/events/waterday/>
 iAgua. En marcha una campaña para concienciar sobre el ahorro de agua en España. <https://www.iagua.es>

- Portada** Imagen 0: Cascada de Pedrosa de Tobalina, tras un periodo de fuertes lluvias. *Imagen propia*
- Pg 1** Imagen 1: Logo experimentos MEMP. *Imagen propia*
- Pg 4** Imagen 2: El 96,5% del agua es salada y se encuentra en los océanos. *Imagen propia*
- Pg 5** Imagen 3: Modelo de molécula de agua elaborado con Tinkercad. *Imagen propia*
- Pg 6** Imagen 4: Acción disolvente. *Ilustración MDsgn*
- Pg 6** Imagen 5: Capilaridad. *Ilustración MDsgn*
- Pg 7** Imagen 6: Moléculas de agua. *Ilustración MDsgn*
- Pg 7** Imagen 7: Estados del agua. *Ilustración MDsgn*
- Pg 8** Imagen 8: Tensión superficial. *Ilustración MDsgn*
- Pg 8** Imagen 9: Conducción eléctrica. *Ilustración MDsgn*
- Pg 9** Imagen 10: Distribución del agua en la estratosfera de Júpiter. *Copyright: Water map: ESA/Herschel/T. Cavalieri et al.; Jupiter image: NASA/ESA/Reta Beebe (New Mexico State University)*
- Pg 10** Imagen 11: Zona de habitabilidad en función de la temperatura superficial de la estrella. *Imagen NASA*
- Pg 12** Imagen 12: La Tierra: un ‘punto azul pálido’. *Imagen: NASA / Voyager 1*
- Pg 13** Imagen 13: Distribución del agua en el planeta. *Infografía mdsjn*
- Pg 14** Imagen 14: Esquema representando el ciclo del agua. *Ilustración Natalka Dmitrova/freepik.com*
- Pg 15** Imagen 15: Hombres transportando agua. *Imagen Wikipedia Dominio Público*
- Pg 18** Imagen 16: Burgos a la cabeza del ránking de calidad de agua según OCU. *Captura de OCU-Compra Maestra nº 3971 Noviembre 2014.*
- Pg 19** Imagen 17: Logo Día Mundial del Agua. *UN Water.*
- Pg 19** Imagen 18: Montaje fotográfico. *Veracidad Channel*
- Pg 20** Imagen 19: Pequeños gestos, grandes ahorros. *Fuente: MAPAMA. Más información en https://goo.gl/2Qtd7q.*
- Pg 21** Imagen 20: Logo del proyecto AQUA. *Fuente: Fundación Ibercivis.*
- Pg 21** Imagen 21: Tubos de ensayo laboratorio.
- Pg 24** Imagen 22: Valores de Ph obtenidos en las 32 muestras de agua en la ciudad de Burgos y poblaciones próximas.
- Pg 24** Imagen 23: Valores de cloro obtenidos en las 32 muestras de agua en la ciudad de Burgos y poblaciones próximas.
- Pg 25** Imagen 24: Escala de Ph.
- Pg 25** Imagen 25: Phmetro utilizado con las muestras de agua. *Imagen propia.*
- Pg 26** Imagen 26: Conductividad en el agua
- Pg 27** Imagen 27: Fotómetro de llama que hemos utilizado para determinar la concentración de sodio en el agua.
- Pg 27** Imagen 28: Recta de calibración del fotómetro de llama. *Imagen propia.*
- Pg 28** Imagen 29: Espectrofotómetro de absorción atómica. *Imagen propias.*
- Pg 29** Imagen 30: Equipo MEMP junto al investigador Jesús Garoz, del Área de Química Analítica de la Universidad de Burgos. *Imagen propia.*
- Pg 30** Imagen 31: “Gota De Agua”. *Autor: Jorge*
- Pg 30** Imagen 32: “El Agua Es Vida”. *Autor: Rzya Phatzo*
- Pg 31** Imagen 33: “Agua cristalina”. *Autor: Nathalie Francis*
- Pg 31** Imagen 34: “la gota de agua”. *Autor: Nathalie Francis*
- Pg 32** Imagen 35: “Aumento de volumen”. *Autor: Nathalie Francis*
- Pg 32** Imagen 36: “De menos a más”. *Autor: Nathalie Francis*
- Pg 33** Imagen 37: “Dedicatoria a las autoras”. *Autor: Nathalie Francis*
- Pg 34** Imagen 38: “Equilibrio vital”. *Autor: Paco Casal*



Para saber más:

<https://experimentosmemp.wordpress.com/>

“Más de la mitad de los grandes ríos de todo el mundo están seriamente contaminados y agotados, degradando y envenenando los ecosistemas que los rodean, amenazando la salud y sustento vital de personas que dependen de ella para regar, beber o su uso industrial.”

Ismail Serageldin.



Para saber más:

<https://experimentosmemp.wordpress.com/>



Cofinanciado por el programa Erasmus+ de la Unión Europea

