



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y
Red Académica Iberoamericana Local-Global
Indexada en IN-Recs (95 de 136), en LATINDEX (33 DE 36), reconocida por el DICE, incorporada a la
base de datos bibliográfica ISOC, en RePec, resumida en DIALNET y encuadrada en el Grupo C de la
Clasificación Integrada de Revistas Científicas de España.

Vol 12. N° 34

Junio 2019

www.eumed.net/rev/delos/34/index.html

AGUA: GENERALIDADES Y POTABILIZACIÓN

Fabiana Aida del Valle Soria¹
favs76@gmail.com, fsoria@uvq.edu.ar
Argentina

CONTENIDO

Resumen	2
Abstract	2
1. Introducción.....	3
2. Hidrósfera.....	4
3. Agua potable	5
4. Procesos de potabilización del agua	9
5. Conclusiones.....	12
6 Referencias bibliográficas	12

¹ Licenciada en Química. Licenciada en Enseñanza de Ciencias del Ambiente. Profesora en Química para la Enseñanza Media y Superior. Especialista en Gestión y Conducción del Sistema Educativo y sus instituciones. Catedrática en ISFD N°1 y Escuela Normal Superior José Benjamín Gorostiaga. MEP en E.T. N° 2 y 3. Santiago del Estero. Argentina.

RESUMEN

El agua es importante para el hombre y las actividades que realiza por tanto es un bien que debe ser preservado. El agua es una sustancia pura compuesta que forma parte de es el constituyente principal de la hidrosfera y cumple un ciclo biogeoquímico llamado ciclo hidrológico. En la hidrosfera solo el 0.06 % del total de agua del planeta es disponible para consumo humano y por lo general el agua para ser apta para el consumo debe pasar por un proceso de potabilización. En Santiago del Estero, la empresa Aguas de Santiago la obtiene de acuíferos y en la Ciudad de Córdoba de las cuencas hídricas que son los ríos de esa urbe.

La OMS ha fijado parámetros de que debe tener el agua para ser apta para ser bebida que se encuentran en un manual y que siguen ese manual en muchos países. En Argentina, las especificaciones, en cuanto a propiedades físicas, límites de concentración de contaminantes químicos y contaminantes microbiológicos se encuentran en el Código Alimentario Argentino.

Por tanto, se debe cuidar este recurso fundamental para la vida en el planeta y la educación ambiental es fundamental a tal efecto.

Palabras clave: agua, potabilización, contaminantes, educación, salud.

WATER: GENERALITIES AND POTABILIZATION

ABSTRACT

Water is important for man and the activities he performs is therefore a good that must be preserved. Water is a pure compound that is part of the main constituent of the hydrosphere and fulfills a biogeochemical cycle called the hydrological cycle. In the hydrosphere, only 0.06% of the total water on the planet is available for human consumption and, in general, water to be suitable for consumption must go through a purification process. In Santiago del Estero, the company Aguas de Santiago obtains it from aquifers and in the City of Córdoba from the water basins that are the rivers of that city.

The WHO has set parameters that must have water to be suitable for drinking that are in a manual and that follow that manual in many countries. In Argentina, the specifications, in terms of physical properties, concentration limits of chemical contaminants and microbiological contaminants are found in the Argentine Food Code.

Therefore, this fundamental resource for life on the planet must be taken care of and environmental education is essential for this purpose.

Key words: water, potabilization, contaminants, education, health.

1. INTRODUCCIÓN

¿Qué se entiende por procesos de potabilización del agua?

Primeramente, hay que exponer lo que es el agua y todo lo que esta sustancia tiene de importancia para la naturaleza y la vida en el planeta.

El **agua** según la primera definición de la Real Academia Española² es “(del latín) sustancia cuyas moléculas están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, líquida, inodora, insípida e incolora. Es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales”. En una definición propia: es una sustancia química formada por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno (H₂O) y dentro de la clasificación de sustancia entre simples y compuestas, es **sustancia compuesta** ya que está formada por dos clases de elementos (H y O).

El agua es fundamental para la vida y es el componente vital de los seres vivos³. El organismo humano está formado por un 70 % de agua y este planeta está constituido por un elevado porcentaje de agua aunque no toda esa agua que está presente en los océanos mayoritariamente (Pacífico, Atlántico e Indico) y en los mares como en ríos, lagos, arroyos, glaciares, etc. es apta para el consumo humano y la que se consume es el agua dulce presente en volúmenes inferiores a las grandes masas de agua que hay en la Hidrosfera⁴ (subsistema terrestre que hace referencia a las masas de agua) e incluso el agua dulce superficial tampoco se la puede consumir directamente ya que debe ser tratada previamente en **procesos de potabilización** que la hagan apropiada para el consumo solo en contadas excepciones el agua puede ser consumida sin ser tratada. El tratamiento del agua para hacerla potable es debido a razones de salubridad pública. La **Organización Mundial de la Salud** cuyas sigla es OMS recomienda que el agua deba ser libre de contaminantes químicos tóxicos como así también de microorganismos y de contaminación radiactiva para lo cual ha desarrollado un “Manual para el Desarrollo de los Planes de Seguridad del Agua” y las “Guías para Calidad del agua Potable”⁵ entre otras publicaciones.

El agua es también un alimento y el Código Alimentario Argentino⁶, en el Título 12, artículo 982, la entiende como “**el agua apta para la alimentación y uso doméstico : no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud y deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente. Se considera también que el agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios y ambas deberán cumplir con las características físicas, químicas y microbiológicas**” especificadas en el artículo y

² Definición dada por el sitio oficial de la Real Academia Española.

³ Definición dada en el sitio de Aguas Cordobesas.

⁴ Los subsistemas terrestres son además de la hidrosfera son la geosfera, atmosfera y la biosfera.

⁵ La **OMS** es el ente regente de la Salud a nivel mundial y esta publicación fue tomada como referencia por muchos países del mundo para la elaboración reglamentos y normas con el fin de garantizar la inocuidad del agua potable.

⁶ El **Código Alimentaria Argentino** fue establecido por la Ley 18.284 el 18/07/1.969.

concluye con el hecho que los tratamientos de potabilización que sean necesarios realizar deben ser comunicados a la **autoridad sanitaria competente**.

En cuanto al proceso de potabilización esta es efectuada por **plantas potabilizadoras** que reciben el agua cruda para su tratamiento proveniente de las cuencas hídricas⁷ a través de tuberías. Los procesos de potabilización en las plantas son complejos y costosos. Los pasos del proceso de potabilización para el agua superficial (agua proveniente de cuencas hídricas como ríos, lagos, arroyos, etc., es decir el agua que no es subterránea) son: **captación, coagulación, decantación, filtración y cloración**. Una vez potabilizada el agua llega a los hogares a través de una red de agua potable⁸. Por lo tanto, el cuidado de este recurso tan escaso es fundamental ya que el agua es importante en la vida del hombre para la alimentación, la higiene, la salud y la calidad de vida en general.

A continuación, se desarrollará cada idea de la introducción respecto a este núcleo: **Los Procesos de Potabilización del Agua**.

2. HIDRÓSFERA

La hidrosfera es el subsistema terrestre que está formado por agua. El agua que forma parte de la hidrosfera es agua dulce y agua salada. El agua salada se encuentra en los océanos⁹ Atlántico, Pacífico, Indico, Antártico y Ártico y en los mares. El agua dulce¹⁰ se clasifica en superficial y subterránea. El agua superficial es la presente en ríos, lagos, arroyos, etc. El agua salada¹¹ tiene 97% del total del agua del planeta y el **agua dulce** solo el 3% no obstante no toda el agua está en el estado líquido, sino que también en el estado gaseoso en forma de vapor o nubes en la atmósfera y mayoritariamente en estado sólido forman parte de los glaciares continentales fundamentalmente (Antártida y Groenlandia). Solamente de ese 3% de agua dulce, está disponible para su uso el 0,06 % por consiguiente de ahí la gran importancia del cuidado de este recurso mucho más valioso que el oro o el petróleo - pero que aún la sociedad en general no percibe los problemas del derroche - dada los escasos en la disponibilidad ya que solo el agua dulce se puede beber debido a que no tiene la elevada proporción de sales que tiene el agua salada.

El agua en este subsistema terrestre cumple un ciclo llamado **ciclo del agua** o **ciclo hidrológico**¹² que es un proceso mediante el cual el agua circula a través de la hidrosfera, en consecuencia, se puede decir que es un ciclo **biogeoquímico** donde el agua se encuentra mayoritariamente en el estado vapor. Tiene varias etapas, a saber:

⁷ **Cuenca hídrica**: Son la principal fuente de agua dulce en la mayoría de las ciudades. Es un terreno que desagua en un río, arroyo, lago, pantano, bahía o en un acuífero subterráneo.

⁸ Fuente: Aguas de Santiago.

⁹ Los **océanos** son grandes volúmenes de agua, los cuales poseen la mayor parte de agua líquida del planeta.

¹⁰ **Agua dulce**: Es el agua que tiene mínima cantidad de sales disueltas. El agua dulce representa el 2,79% de agua del planeta.

¹¹ **Agua salada**: Es agua que forma parte de mares y océanos fundamentalmente. Es una solución con un 3,5% aproximadamente de sales minerales disueltas entre ellas el cloruro de sodio (sal de mesa). Es más densa que el agua dulce y el agua pura y de menor punto de fusión el cual es -2°C. Hay un 97,25 % de agua salada en el planeta.

¹² Hay otros ciclos en la naturaleza además del agua. Ejemplo: ciclo del fósforo, ciclo del nitrógeno, etc.

Evaporación: El agua se evapora en la superficie oceánica y también es el agua evaporada de todos los organismos vivos (transpiración de las plantas¹³ y sudoración de los animales). También se puede situar la sublimación¹⁴ que ocurre en los glaciares o en la banquisa¹⁵.

Condensación: El agua se condensa y forma las nubes¹⁶.

Precipitación: Se produce cuando se acelera la condensación y las gotas pequeñas de agua se unen a otras más grandes en la nube y tienden a precipitarse a tierra en razón a su mayor masa. La precipitación puede ser líquida (agua) o sólida (nieve o granizo).

Infiltración: Tiene lugar cuando el agua alcanza el suelo, penetra a través de sus poros y pasa a ser subterránea. Parte del agua infiltrada vuelve a la atmosfera por evaporación o por la transpiración de las plantas. Otra parte ingresa a los acuíferos¹⁷, niveles que contienen agua estancada o circulante y otra porción de agua alcanza la superficie donde los acuíferos por razones topográficas cortan el terreno.

Escorrentía: Es la forma por la cual el agua se desliza a través de un terreno. En las regiones desérticas, la escorrentía es el agente principal de la erosión del terreno.

Circulación subterránea: Es una versión de la escorrentía superficial. La gravedad tiene un papel fundamental.

Fusión: Es el cambio de estado del agua sólida en forma de nieve al estado líquido.

Solidificación: Es el cambio de estado del estado líquido al sólido en forma de nieve o granizo. Ocurre con el descenso de la temperatura y se produce la precipitación.

El proceso se repite desde el inicio por lo que nunca se agota o termina el agua, pero hoy día hay problemas ambientales como la lluvia ácida¹⁸ y el aumento del efecto invernadero¹⁹ o calentamiento global que pueden comprometer seriamente el ciclo natural del agua, alterando el ambiente y afectando la calidad de vida.

3. AGUA POTABLE

Descriptas ya las masas de agua que forman parte de nuestro planeta y las proporciones de agua salada y dulce que hay es claro que el agua que utiliza el hombre es el agua dulce, la cual, por lo general, debe ser tratada previamente para ser consumida salvo en el caso del agua de pozo

¹³ Las plantas contribuyen con un 10% del total del agua que se incorpora a la atmosfera.

¹⁴ **Sublimación:** Es el pasaje de una sustancia del estado sólido al gaseoso y del gaseoso al sólido sin pasar por el estado líquido. Primero se volatiliza y luego se sublima. Ejemplos: el yodo al calentarlo se transforma en vapor sin pasar por líquido formándose cristales en una superficie fría, a la naftalina le sucede de manera similar, etc.

¹⁵ **Banquisa:** Es una capa de hielo flotante que se forma en las superficies oceánicas polares.

¹⁶ **Nubes:** Formada por cristales de nieve y gotas de agua. Dispersan la luz y por eso se ven blancas no obstante a veces son demasiado densas que la luz no las puede atravesar por eso se ven grises o incluso negras.

¹⁷ **Acuífero:** Es una formación que se encuentra por debajo de la superficie terrestre y está formada por arena y agua. Su función más importante es almacenar agua.

¹⁸ **Lluvia ácida:** Se forma cuando la humedad en el aire se combina con los óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre emitidos por la industria, usinas eléctricas y vehículos que queman carbón o productos derivados del petróleo. En interacción con el vapor de agua se forman el ácido nítrico y el ácido sulfúrico.

¹⁹ **Efecto invernadero:** Es el fenómeno por el cual determinados gases que son componentes de la atmosfera terrestre retienen parte de la energía que la superficie planetaria emite por haber sido calentada por la radiación proveniente del espacio exterior.

que a veces es potable y otras veces necesita el agregado de dos gotas de lavandina (cloro) como desinfectante.

El agua potable se define como el agua que puede ser bebida sin peligro previamente tratada para no provocar daño en la salud. Es la bebida ideal para el hombre por lo tanto debe tener todos los controles de calidad necesarios, aunque antes debe pasar por las etapas de potabilización desde que el agua cruda proveniente de la cuenca hídrica por tuberías llega a la planta hasta que esté lista para consumir. No obstante, primero se rescatará la **importancia del agua** no solo para consumo sino también para la **higiene** y ambas importantes para una **salud óptima**. El agua se usa para higiene personal, de la población y de los alimentos que se consumen (ejemplo: el lavado de frutas y verduras) como así también en la elaboración de los alimentos ya sea a nivel casero, planta piloto e industrial (ejemplo: la elaboración de productos de panificación) para lo cual debe ser potable y tener cumplidos todos los estándares de calidad y el control de calidad pertinentes.

Según las aseveraciones previas, el agua se usa para el consumo, entonces se puede afirmar que el agua es un alimento y por tanto está contemplado como tal en el Código Alimentario Argentino en el título II de "bebidas analcohólicas", artículo 942, se menciona todo sobre el agua potable ya citado en la introducción y también especifica las características físicas, químicas y microbiológicas que debe tener el agua para ser apta para el consumo humano, a saber:

Tabla N°1: Características químicas y físicas del agua (fuente Código Alimentario Argentino)

Características físicas	Características Químicas	Substancias inorgánicas	
Turbiedad ²⁰ máx.: 3NTU ²¹	pH: 6,5 – 8,5	NH ₄ ⁺ : 0,20 mg/l	Cu máx.: 2,0 mg/l
Color máx.: 5 escala Pt - Co	pH sat.: pH ± 0,2	Sb máx.: 0,02 mg/l	Cr máx.: 0,5 mg/l
Olор: sin olores extraños		Al res. máx.: 0,20 mg/l	F ⁻ máx.: 2,0 mg/l
		As máx.: 0,01 mg/l	Fe máx.: 2,0 mg/l
		B máx.: 0,5 mg/l	Mn máx.: 0,10 mg/l
		BrO ₃ ⁻ máx.: 0,01 mg/l	Ni máx.: 0,02 mg/l
		Cd máx.: 0,01 mg/l	NO ₃ ⁻ máx.: 45 mg/l
		CN ⁻ máx.: 0,10 mg/l	NO ₂ ⁻ máx.: 0,10 mg/l
		Zn: 5 mg/l	Ag máx.: 0,05 mg/l
		Cl res. máx.: 0,5 mg/l	Se máx.: 0,01 mg/l
		Cl ⁻ máx.: 350 mg/l	Sólidos disueltos totales: 1500 mg/l

También están especificadas las características microbiológicas:

²⁰ **Turbidez:** Hace referencia a la falta de transparencia de un líquido a causa de la presencia de partículas en suspensión. Cuantas más partículas estén disueltas en el líquido (generalmente agua), tendrá mayor turbidez.

²¹ NTU: Es la unidad de medida de la turbidez. El significado de las siglas es unidad nefelométrica de turbidez (del inglés: nephelometric turbidity unit). El instrumento de medición es el nefelómetro que mide la intensidad de la luz dispersada a 90° cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua.

Tabla N°2: Características microbiológicas del agua (fuente Código Alimentario Argentino)

Bacterias ²²	Características del cultivo, temperatura, etc.
Bacterias coliformes ²³	NMP ²⁴ a 37 °C - 48 hs (Caldo de Mc Conkey ²⁵ o Lauril sulfato), en 100 ml: igual o menor de 3.
E. coli	Ausencia en 100 ml.
Pseudomonas ²⁶	Ausencia en 100 ml.
Bacterias mesófilas ²⁷	(APC ²⁸ - 37 °C 24 h) Máx.: 500 UFC/ml ²⁹ . En el caso de que el recuento supere las 500 UFC/ml, y se cumplan con el resto de los parámetros indicados, sólo se deberá exigir la higienización de la planta y realizar un nuevo recuento.

Indica también que la evaluación de la potabilidad de agua en reservorios en los domicilios debe incluirse el recuento de bacterias mesófilas cultivadas en agar (APC - 24 h a 37 °C). Por consiguiente, cuando el recuento supere las 500 UFC/ml y se cumplan el resto de los parámetros mencionados, el código menciona que “sólo se deberá exigir la higienización del reservorio y un nuevo recuento”.

Está explicitado que el agua de los reservorios domiciliarios no necesita cloro activo.

En cuanto a los contaminantes orgánicos, el nombre del compuesto orgánico y la concentración máxima permitida están especificados en la siguiente tabla:

²² **Bacterias:** Organismos unicelulares. Se caracterizan por formar colonias. Una bacteria es una célula procariota formada por membrana plasmática y en su interior tiene los citoplasmas que contiene ADN y también hay ribosomas, presentan también cilios o flagelos.

²³ **Bacterias coliformes:** Es un grupo de bacterias que comparten características en común además de ser contaminantes del agua y de los alimentos. Son similares a la E. Coli. Se encuentran en el intestino de los animales y de los humanos, aunque ampliamente distribuidas en la naturaleza en el suelo y las plantas (semillas).

²⁴ **NMP:** Método del número más probable o método de los ceros de Poisson es una forma de obtener datos cuantitativos en concentraciones de elementos discretos (discontinuos o números enteros) a partir de datos de incidencia positiva/negativa. Se utiliza para determinar densidades de población cuando una evaluación cuantitativa de elementos individuales no es factible es por esa causa que es el método adecuado para contar microorganismos cuando no pueden ser cultivados en medio sólido o para determinar el número de células que pueden crecer el número de líquido determinado debido a ellos se usa mucho con las bacterias.

²⁵ **Caldo Mc Conkey:** Es un medio de cultivo selectivo. Se usa para el cultivo de bacterias coliformes presentes en agua, alimentos y otros materiales de importancia sanitaria (Información de: [Britanialab](#)).

²⁶ **Pseudomonas:** Bacterias aerobias. Su forma es bacilar o ligeramente curvada.

²⁷ **Bacterias mesófilas:** Son bacterias que pueden vivir a temperaturas entre 20 °C y 40° C.

²⁸ **APC:** Es el recuento de bacterias mesófilas aerobias también llamado recuento de placas aerobias es el método para el recuento de microorganismos viables en un alimento. Mide la fracción de flora microbiana que es capaz de producir colonias en el medio de cultivo con las condiciones de cultivo en la placa. (Información extraída de [Inbiomed](#))

²⁹ **UFC/ml:** Son unidades formadoras de colonias. Es una medida que indica el grado de contaminación microbiológica de un ambiente. Indica la cantidad de un taxón (grupo de organismos emparentados) determinado en un volumen de 1 m³ Tde agua.

Tabla N°3: Valores límite de contaminantes químicos (fuente Código Alimentario Argentino)

Contaminante	Concentración	Contaminante	Concentración	Contaminante	Concentración
THM ³⁰ máx.	100 g/l	Benceno máx.	10 g/l	Tricloroetileno	30,0 g/l
Aldrin ³¹ + dieldrin máx.	0,03 g/l	Hexacloro benceno máx.	0,01 g/l	1,2-dicloroetano	10,0 g/l
Clordano máx.	0,30 g/l	Monocloro benceno máx.	3,0 g/l	Cloruro de vinilo	0,02 g/l
DDT ³² (Total + isómeros) máx.	1,00 g/l	1,2 – Dicloro benceno máx.	0,5 g/l	Benzopireno	0,01 g/l
Detergente máx.	0,50 g/l	1,4 – Dicloro benceno máx.	0,4 g/l	Tetracloro etano	10 g/l
Heptacloro + Hetptacloro epóxido máx.	0,01 g/l	Pentaclorofenol máx.	10 g/l	Metil-paratión ³³	7 g/l
Lindano ³⁴ máx.	3 g/l	2,4,6 – Triclorofenol máx..	10 g/l	Paratión ³⁵	35 g/l
Metoxicloro	30 g/l	Tetracloruro de carbono máx.	3,0 g/l	Malatión ³⁶	35 g/l
1,1-Diclorometano máx.	0,30 g/l				

Aclara también que los tratamientos de potabilización que sean necesarios realizar deben ser comunicados a la autoridad competente debido a lo cual es importante todo el control que debe tener el agua. Por consiguiente, es pertinente mencionar a la Organización Mundial de la Salud que ha establecido las pautas de los valores límite que deben tener los contaminantes químicos y contaminantes microbiológicos en el agua potable a través de diferentes publicaciones que han sido adaptadas a normas y ordenanzas en muchos países del mundo entre ellos Manual de Calidad para el Agua Potable que establece todo lo referido al control de calidad de agua como así también hay información sobre todos los contaminantes químicos, microbiológicos y radiológicos. Se realizaron tres volúmenes basados en normas internacionales. La guía está en constante revisión, actualización, su versión es gratuita y está en formato PDF en el sitio oficial de la OMS.

Las Guías en dicho portal incluyen una revisión a fondo de los métodos necesarios para garantizar la inocuidad microbiana, tiene también novedades en cuanto a la gestión de los riesgos

³⁰ **THM:** Trihalometanos. Se forman en el agua de consumo debido a la cloración a la materia orgánica presente de forma natural en los sistemas de abastecimiento de agua bruta. La tasa y el grado de formación de THM aumentan en función de la cloración, los ácidos húmicos, el pH, la temperatura y la concentración del ión bromuro. Ejemplo: Cloroformo (Cl₃CH). Fuente: OMS.

³¹ **Aldrin y dieldrin:** Con este nombre se conoce a dos compuestos estructuralmente similares que se usaron como insecticidas. Son sustancias químicas orgánicas manufacturadas que no existen naturalmente en el ambiente.

³² **DDT:** Diclorofeniltricloroetano. Es un compuesto orgánico. Está presente en los insecticidas. Es incoloro y cristalino. Soluble en grasas y disolventes orgánicos. Esta en la lista de contaminantes persistentes del Convenio de Estocolmo.

³³ **Metil-paratión:** Es una acaecida e insecticida no sistémico utilizado en todo el mundo en los cultivos. En el medio ambiente se distribuye en el aire y en el suelo.

³⁴ **Lindano:** Es un compuesto químico orgánico, cuyo nombre es 1, 2, 3, 4, 5, 6 – hexacloro ciclohexano. Es un plaguicida por tanto un contaminante. Según la Guía para la calidad del agua potable de la OMS es un insecticida usado en el cultivo de frutas y hortalizas.

³⁵ **Paratión:** Es un insecticida no sistémico que se emplea en muchos países del mundo como fumigante y acaricida. La principal fuente la constituyen los residuos de dicha sustancia en los alimentos.

³⁶ **Melatió:** Es un insecticida organofosforado sintético.

microbianos y también sobre la gestión de los riesgos. Refleja la opinión oficial de la ONU en cuestiones de calidad del agua y la salud.

En virtud de todo lo analizado hasta ahora con minuciosidad en el siguiente subtema se tratará ya lo que es el proceso de potabilización en sí en las distintas operaciones que forman parte de este.

4. PROCESOS DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA

El proceso de potabilización del agua se realiza cuando el agua cruda³⁷ superficial pasa a través de tuberías y llega a la planta potabilizadora. El agua cruda proviene de una cuenca hídrica como ejemplo cabe citar las cuencas hídricas de la provincia de Córdoba, la de río Suquía y la de Xanaes en cambio en Santiago del Estero, la empresa distribuidora de agua usa agua proveniente de acuíferos o sea agua subterránea para abastecer fundamentalmente a los departamentos Capital y Banda. En Córdoba hay dos plantas potabilizadoras: Planta Potabilizadora Suquía y Planta potabilizadora Los Molinos.

La potabilización del agua es cara y compleja y para que llegue a las canillas en los hogares pasa por distintas etapas desde su **captación**, seguida por la **canalización**, las operaciones de **potabilización** y la **distribución**. A posteriori se describirán cada una de las mencionadas etapas: **Captación**: El agua cruda captada puede ser de dos clases, proveniente de una cuenca hídrica por lo cual también se las conoce como fuentes superficiales (ríos, lagos, arroyos, embalses, etc.) o bien puede ser originaria de una fuente subterránea o acuífero (agua subterránea). En la Provincia de **Córdoba** la principal fuente es la del **Dique San Roque**. En cambio, en **Santiago del Estero**, el agua que es captada es de un **acuífero subterráneo** cuya principal función es almacenar agua y con respecto a este tópico hay que mencionar que en todo acuífero tiene una zona de recarga y descarga de modo que los tiempos de reposición de los acuíferos son prologados no obstante en Santiago del Estero, el acuífero tiene capas permeable lo que posibilita que dichos tiempos de reposición en inferiores al de otras regiones. Por lo general las aguas subterráneas están menos contaminadas que las aguas superficiales sin embargo hay que distinguir entre lo que es un acuífero **freático**³⁸ de un acuífero **confinado**³⁹ que se diferencian en que el superficial tiene aguas que es probable que estén contaminadas ya que recibe todos los desechos tóxicos y el segundo está el agua a mayor profundidad y esta agua es la captada por la empresa distribuidora del agua en Santiago del Estero.

Canalización: Es el proceso por el cual el agua es conducida desde el lugar de captación por cañerías o por canales adecuados hasta la planta de tratamiento. Cabe citar, el agua subterránea que se extrae de las perforaciones que se efectúan en los pozos de 100 a 150 m de profundidad, construidos para tal fin, con maquinaria y herramientas especiales además por su

³⁷ **Agua cruda**: Es el agua que se capta del lago, río o acuífero antes de ser potabilizada. Se puede usar para riego, pero tiene sustancias suspendidas y disueltas que impiden que no sea apta para consumo humano.

³⁸ **Acuífero freático**: Es el primero acuífero que hay debajo de la superficie terrestre.

³⁹ **Acuífero confinado**: El agua se encuentra a mayor profundidad. El acuífero puede estar entre dos capas impermeables y se encuentra lejos de los riesgos de contaminación.

interior se baja la bomba que succiona el agua que luego es distribuida por las cañerías. En el pozo y en la cañería de distribución hay una manguera que le adiciona cloro como modo de prevención. Con respecto al agua superficial, la calidad varía con diversos factores relacionados desde su naturaleza hasta la actividad que se efectúa en las riberas de los ríos, lagos, esteros, etc.

Potabilización: Consta de varias etapas en la cual el agua cruda, procedente de un acuífero subterráneo o de una fuente natural superficial, es tratada para ser apta su uso por parte de la población. Es liberada de toda clase de contaminantes químicos y microbiológicos. Las etapas son: decantación, filtración y cloración no obstante un procedimiento previo es la **aireación** cuya finalidad es que escapen los gases ocluidos en el agua y que ingrese el oxígeno al agua.

Decantación: Es un método físico de separación que se usa con la finalidad de separar el líquido de los sólidos. Se procede en dos pasos: primero la **coagulación** y luego la **floculación**. La **coagulación** es el proceso por el cual la basura y otros residuos son obligados químicamente a reunirse en **flóculos** que al ser más grandes serán removidos fácilmente del agua por el peso y tamaño por **decantación**. Con esta finalidad se utilizan sulfato de aluminio que es el compuesto químico que desestabiliza las partículas y las hace juntarse entre sí. Este procedimiento permite eliminar la contaminación bacteriológica y los sólidos en suspensión. También tiene lugar la **sedimentación**⁴⁰ que es un proceso en donde por la acción de la **gravedad**⁴¹ las impurezas de mayor tamaño se depositaran en el fondo. En general en toda planta de tratamiento, en las piletas existen camas en el fondo que retienen los sedimentos.

La siguiente etapa es la filtración.

Filtración: Es un método físico por medio del cual se separan partículas sólidas pequeñas de un líquido del material flotante como palos, ramas y basura. Se pueden usar rejas finas y mallas móviles.

Cloración: Es una forma de desinfectar el agua agrando gas cloro para este modo asegurarse de la calidad del agua haciéndola apta para el consumo humano.

El siguiente paso es el uso de **plantas niveladoras** ya que ciertas plantas están en desnivel en el terreno y requieren de planta niveladoras que las eleven evitando de este modo el estancamiento hasta conducir las a los estanques de almacenamiento y luego de distribuida a la población, eso es algunos casos. Por consiguiente, la distribución del agua potable depende la empresa que administra dicho servicio que puede ser privada o bien administrada por el Estado y del tipo de agua que es captada. En Aguas de Santiago (empresa distribuidora del agua en la provincia de Santiago del Estero), en donde utilizan agua de acuíferos confinados, es captada y luego sometida al tratamiento de potabilización. El agua ya potabilizada y lista para el uso humano pasa por una serie de cañerías distribuidas por toda la ciudad y que se denomina red de agua potable y por el impulso de los pozos ubicados en diferentes sectores, el agua se conduce por esa red hasta llegar a los domicilios. La red está formada por cañerías más grandes llamadas **cañerías maestras** y otras más pequeñas denominadas **cañerías distribuidoras** por tanto el resultado es agua

⁴⁰ Seminario del Aire

⁴¹ **Gravedad:** Es una constante que equivale a $9,8 \text{ m/s}^2$, es el valor de la intensidad del campo gravitatorio de la Tierra.

que sale por las canillas de cada hogar. En Córdoba, Aguas Cordobesas distribuye el agua potabilizada y lista para el consumo humano a través de conductos cerrados y debidamente acondicionados hacia las casas, escuelas, industrias y hospitales.

En cuanto a la calidad del agua⁴², ya se mencionaron los valores que como máximo deben tener los contaminantes químicos como así también los aspectos microbiológicos y las propiedades físicas que también debe presentar ya lista para consumir y que esto hace a su calidad. Las empresas distribuidoras como Aguas de Santiago cuentan con laboratorios de control de la calidad del agua que efectúan análisis físicos, químicos y bacteriológicos con el fin de garantizar su inocuidad a tal efecto se toman 500 muestras de agua mensuales que son analizadas. Con respecto a Aguas Cordobesas, la calidad de agua está regulada por el contrato de concesión, específicamente en su Anexo V⁴³ y en las recomendaciones de las Guías de Calidad de Agua de la OMS ya mencionadas previamente por tanto consideran - basados en criterios de potabilidad – los **parámetros físico – químicos, parámetros con acción directa sobre la salud y parámetros microbiológicos**. Los parámetros físico – químicos tienen relación con los caracteres organolépticos (color, olor, sabor, etc.) que impactan a los sentidos que ejercen incidencia sobre la estética y en consecuencia la aceptación del agua (ej. si el agua es oscura, es para sospechar) además son importantes la turbiedad, sólidos solubles e insolubles y la temperatura. Con respecto a los parámetros de acción directa sobre la salud tiene relación con los elementos y los compuestos orgánicos cuya presencia en el agua en valores por encima de los permitidos son tóxicos y en consecuencia dañan al organismo. Por último, en relación a los parámetros microbiológicos, esto tiene que ver con las bacterias coliformes y la E. Coli que son contaminantes del agua por lo que según las **Normas** debe estar libre de microorganismos patógenos y de bacterias indicadoras de contaminación fecal. En dicha provincia también con la finalidad de garantizar la calidad de agua, hay **laboratorios de control de calidad** que realizan alrededor de 4.000 análisis mensuales en las muestras tomadas para tal fin.

Es menester mencionar el Decreto reglamentario 831/93 de la Ley 24.051 en el anexo I, inciso a) que es el glosario en el ítem 20 que contiene información sobre tratamientos avanzados de potabilización del agua (carbón activado, ósmosis inversa, ultrafiltración, electrodiálisis, intercambio iónico, etc.).

Para finalizar además en ambas provincias se concientiza a la población sobre el cuidado del agua y presentan en sus sitios web una sección de educación en donde se puede acceder a todos los tópicos relacionados con el agua. Prueba de todo es que en Aguas de Santiago el proyecto incluye a las escuelas y Aguas Cordobesas tiene un aula virtual. Por consiguiente, se puede afirmar que la educación tiene un rol importantísimo en cuanto a la concientización de la población sobre el cuidado del agua ya que este bien es un recurso escaso en el planeta y que su adecuación para el consumo es mediante un proceso costoso y complejo denominado **Potabilización del Agua**.

⁴² El término se aplica al agua apta para el consumo humano sin que implique un riesgo para la salud, que cumpla con las normas de calidad promulgadas por autoridades locales e internacionales.

⁴³ El contrato se basa en las "Normas provinciales de calidad y control de aguas para bebidas" (Res. DiPAS 608/93).

5. CONCLUSIONES

Como conclusión de todo el trabajo realizado hay que resaltar que el agua es de vital importancia en la vida del hombre para el consumo, para la higiene y en consecuencia para la salud, para actividades agrícolas e industriales, en fin, para toda labor humana. En consecuencia, debe ser cuidada ya que es un bien limitado en el planeta. Hay que agregar que el agua que se consume tiene que ser potable es decir libre de contaminación química, radiológica y microbiológica tal cual lo establecen las normativas locales de cada región a su vez basadas en los documentos emitidos por la OMS no obstante esa potabilidad implica un proceso de potabilización que es una serie de pasos en el que están implicados métodos de separación física y procesos químicos tales como la coagulación, decantación, filtración y cloración.

El proceso de potabilización variara en pequeñas modificaciones acorde al terreno donde esta planta y al tipo de agua que es captada, si es superficial o subterránea. A posteriori, el agua que se obtiene es distribuida en una red de cañerías maestras y luego caños más pequeños a través de los cuales llega a todos los domicilios particulares y de organismos públicos y privados. Desde luego que, con la finalidad de garantizar la calidad, las empresas encargadas de la explotación del agua deben tener laboratorios equipados con la finalidad de analizar numerosas muestras mensuales (análisis físicos, químicos y microbiológicos).

Es importante rescatar que la educación en todo lo relacionado con este tema es importante para la reflexión y la concientización que se debe cuidar el agua ya que es un bien que escasea y aunque el ciclo hidrológico no termina si debido a factores antropogénicos⁴⁴, dicho proceso está siendo afectado por la contaminación ambiental fundamentalmente la lluvia ácida y el aumento del efecto invernadero o calentamiento global.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Seminario II Agua*. Guía de trabajos prácticos para los distintos niveles de escolaridad. Sbarato, Dario y Sbarato, Viviana (2.011). Grupo Editorial Encuentro. Disponible en: http://www.campusvirtual.org.ar/aula/file.php/22/materiadidactico/SEMINARIO_2_AGUA_.pdf
- Guías para la calidad del agua potable*. Primer apéndice de la tercera edición. Volumen I. Apéndice. Organización Mundial de la Salud (2006). Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- Ley 18.204 (1.969)*. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Codigoa/Ley_18284_1969.pdf
- Código alimentario argentino*. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/marco/caa/capitulo_12.htm
- Decreto reglamentario 891/93 de la Ley Nacional N° 24.051*. Disponible en: http://www.fmed.uba.ar/depto/toxico1/plaguicidas/site/ndn_02_files/D831.pdf

⁴⁴ **Antropogénico**: Se refiere a los procesos, efectos o materiales que son resultados de la actividad humana a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana. Normalmente se usa para describir contaminaciones ambientales en forma de desechos químicos o biológicos como consecuencia de las actividades económicas. Ej. producción de CO₂ por consumo de combustibles fósiles.