

El Ozono y sus aplicaciones.

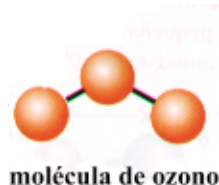
Fuentes: varias.

¿Qué es el ozono?

Para entender que es el ozono, primero hay que considerar que la **materia**¹ (todo lo que ocupe un espacio) está formada por **átomos**²; se puede pensar que los átomos son la unidad más chica en que se divide la materia (para tener una idea más clara sobre este concepto podríamos imaginarnos que si la materia es una montaña de arena, un átomo sería un granito de arena). Los átomos se combinan entre si formando **moléculas**³, entonces las moléculas serían una agrupación de átomos los cuales están unidos entre si. Hay diferentes tipos de átomos, por ejemplo el carbono, el nitrógeno, el hidrógeno, etc., y en este momento centraremos nuestra atención en el átomo de oxígeno, ya que cuando este átomo se combina con otro átomo de oxígeno forma la molécula de oxígeno. Esta molécula de oxígeno es muy conocida por todos nosotros ya que de ella dependemos para respirar, claro está que nuestro organismo depende de la presencia de millones y trillones de moléculas de oxígeno que están en el aire (no sólo de una). El oxígeno es muy abundante en el aire que respiramos, aproximadamente un 21% del aire es oxígeno....pero entonces...¿Que es el ozono?

Ya habíamos mencionado que cuando dos átomos de oxígeno se unen forman la molécula de oxígeno, también puede ocurrir que en vez de unirse dos átomos, se unan tres, de esta manera se forma una molécula que tiene tres átomos y la cual tiene distintas características que la molécula de oxígeno común. Esta molécula es el ozono y solo se diferencia de la molécula de oxígeno en un átomo (es por eso que muchos llaman al ozono “oxígeno triatómico”, es decir que tiene tres átomos).

Para imaginarnos los átomos y las moléculas de alguna forma, podríamos pensar en los átomos como pequeñísimas esferas y en las moléculas como átomos (esferas) unidos por “lazos”, los cuales los llamamos “enlaces”.



La **atmósfera**⁴ de nuestro planeta se divide en distintas capas, la más cercana a la corteza terrestre es la **tropósfera**⁵ (nosotros respiramos el aire que se encuentra en esta capa) y la capa que le sigue es la **estratósfera**⁶, que empieza a partir de los 20 km de altura. El ozono, a diferencia del oxígeno, se encuentra en muy bajas

concentraciones en la tropósfera, esto se debe a que es una molécula muy inestable, es decir que se descompone espontáneamente. En cambio, en la estratósfera es muy abundante y forma la famosa capa de ozono que protege la vida terrestre de los rayos ultravioletas, porque los absorbe en su mayoría. Está claro que si estamos hablando de que el ozono no es abundante en el aire que nos rodea, para su uso es necesario que lo fabriquemos primero.

Formación del ozono

El ozono se puede formar natural o artificialmente. En la estratósfera, el ozono se forma naturalmente por la acción de la luz solar y en la tropósfera se forma durante las tormentas eléctricas (el ozono es el responsable del aroma fresco del aire luego de las tormentas). Una de las formas artificiales de generar ozono, es hacer saltar una chispa que permita la conversión del oxígeno presente en el aire a ozono. Esta es la forma en que trabajan muchos ozonizadores y con el uso de estos equipos se puede fabricar ozono en cualquier ambiente. Otra de las formas es usando lámparas de rayos ultravioletas. La necesidad de su fabricación en el mismo lugar de uso radica en que este gas es inestable; como máximo dura 20 minutos sin descomponerse (dependiendo de la temperatura) y consecuentemente no puede ser almacenado.

Las aplicaciones del ozono

El ozono como desinfectante

La importancia del uso del ozono en la purificación del aire y agua se debe principalmente a su poder desinfectante y a su baja toxicidad...pero, ¿que es un desinfectante? Un desinfectante es una sustancia capaz de eliminar una infección o de eliminar los causantes de la infección; los causantes de las infecciones generalmente son **virus, bacterias, hongos y otros microorganismos patógenos**⁷, y el ozono es uno de los “peores enemigos” de estos microorganismos. ¿Por qué? El ozono tiene tres átomos de oxígeno, pero como es una molécula inestable tiene la tendencia a perder uno de ellos y este átomo de oxígeno solitario es el que ataca a los microorganismos patógenos, simplemente por contacto. El ozono es el segundo oxidante más fuerte que se conoce, pero...¿Que es un oxidante? Un oxidante es una sustancia que provoca la oxidación de otro compuesto, y...¿Que es oxidar? La oxidación es un cambio químico que tiene una sustancia y luego de que ocurre la oxidación, esta sustancia cambia sus características. Por ejemplo el agua oxigenada es un oxidante, este compuesto de uso común por las personas provoca la oxidación de los pigmentos del cabello cambiando el color del mismo; el ozono es un oxidante muchísimo más fuerte que el agua oxigenada y provoca la oxidación de las sustancias que forman los virus, bacterias, etc. Luego de este cambio químico, los virus se destruyen y las bacterias y hongos mueren.

¿Dónde se puede instalar un ozonizador?

Oficinas - hogares - gimnasios - restaurantes - bibliotecas - almacenes - bancos - colegios - cines - hoteles - pescaderías - carnicerías - salones de fiestas - consultorios médicos - geriátricos - piscinas - casas de funerales - salones de belleza....etc., etc., etc.

Otras aplicaciones del ozono

Además de ser un excelente desinfectante, el ozono es responsable de otros procesos que en conjunto, llevan a la purificación del agua o del aire que sea tratado, por ejemplo:

✓ **Separación de metales pesados**

El ozono también puede oxidar metales pesados como hierro, cadmio, cromo, cobalto, cobre, manganeso, níquel y zinc. Una vez que han sido oxidados, estos metales forman compuestos menos **solubles**⁸ que **precipitan**⁹ y pueden ser separados por filtración.

✓ **Decoloración del agua**

Los **compuestos orgánicos**¹⁰ que le dan apariencia turbia al agua pueden ser eliminados con ozono y de esta forma el agua vuelve a ser cristalina.

✓ **Eliminación de algas**

Otra clase de organismos que son susceptibles al ozono son las **algas**¹¹. Las algas son las causantes del color verdoso del agua en las piletas y pueden ser eliminadas fácilmente con un ozonizador de piscinas.

✓ **Eliminación de olores:**

La forma en que el ozono elimina los olores es igual a la forma en que actúa con los microorganismos, mediante la oxidación (en este caso de los compuestos que dan origen a los olores). El ozono elimina los olores provenientes de pintura fresca, cocina, cigarrillo, animales, basura, moho, pegamento, etc.; resumiendo, el ozono actúa prácticamente con todos los olores ya sean provenientes de **sustancias orgánicas o inorgánicas**¹⁰. Lo que hacen los desodorantes es enmascarar los olores con más olores, sería como subir la radio a todo volumen para no escuchar el llanto de un niño. En cambio, el ozono ataca directamente la causa de los olores, cambiando la composición química de las sustancias responsables de los mismos.

✓ **Eliminación del monóxido de carbono**

El monóxido de carbono es uno de los gases más peligrosos que se conocen y se forma cuando ocurre una **combustión**¹² en un lugar que tiene poco oxígeno; en condiciones normales se formaría **dióxido de carbono**¹³, que es un gas inofensivo. El monóxido de carbono no tiene olor y una vez que es aspirado, se une a la

hemoglobina¹⁴ de la sangre impidiendo el transporte de oxígeno. Como consecuencia inmediata la persona muere por asfixia, ya que el oxígeno no puede ser transportado a las células del cuerpo (en los incendios son muy comunes las muertes por intoxicación con monóxido de carbono). El ozono es una molécula con tres átomos de oxígeno y puede perder fácilmente uno de esos átomos, el cual se puede combinar con el monóxido de carbono y formar dióxido de carbono, un gas no tóxico.

Ozono versus cloro

Habíamos dicho antes que el ozono es un desinfectante muy poderoso, entonces podríamos preguntarnos que pasa con el cloro, que también es un desinfectante pero muchísimo más conocido y de uso común por las personas, por ejemplo, en el tratamiento del agua para consumo (cabe aclarar que en la mayoría de las plantas potabilizadoras de agua se utiliza el gas cloro como desinfectante, mientras que la lavandina de uso común contiene otro compuesto con cloro, llamado **hipoclorito**¹⁵, que también es un oxidante que actúa como desinfectante).

El cloro ha sido usado para la desinfección desde hace casi un siglo, al igual que el ozono, pero hace noventa años atrás los equipos generadores de ozono eran excesivamente caros y consecuentemente poco accesibles; mientras que el cloro era barato y no se conocían sus efectos nocivos en la salud. Hoy en día, el avance de la tecnología ha permitido que los generadores de ozono sean máquinas tan accesibles como cualquier electrodoméstico. Como el cloro ha sido usado durante tanto tiempo, muchas personas desconocen su toxicidad y aunque con su uso han disminuido los brotes de cólera, **disentería**¹⁶ y **fiebre tifoidea**¹⁷, han aparecido numerosos casos de intoxicaciones por dicha sustancia y sus derivados. Muchos estudios señalan que a veces las afecciones cardíacas, el cáncer y el asma son el producto de la intoxicación con derivados del cloro llamados “trihalometanos”. Estos compuestos se forman por la combinación del cloro y sustancias orgánicas presentes en el agua. El ozono no genera compuestos tóxicos, es muy efectivo, de acción rápida y además aumenta la concentración de oxígeno en el agua porque cuando el ozono reacciona, se forma este gas.

Como se ha dicho anteriormente, el ozono ataca microorganismos (bacterias, virus, hongos) y parte del ozono que no reacciona destruyendo microorganismos o eliminando contaminantes inorgánicos, luego se descompondrá aumentando la concentración de oxígeno en el agua. Parece ser una idea correcta que “las personas a diferencia de los peces, no necesitan del oxígeno disuelto en el agua”; pero se conoce que el oxígeno entra en el sistema digestivo mediante el agua, ya que no lo hace mediante la respiración, de esta forma nuestra **flora intestinal**¹⁸ se ve favorecida por el

ambiente interno **aeróbico**¹⁹, en cambio se ve inhibida la proliferación de muchos microorganismo patógenos **anaeróbicos**²⁰.

La gran diferencia entre el cloro y el ozono en la desinfección, es que el ozono elimina los microorganismos por contacto, en cambio el cloro actúa una vez que ha entrado a los mismos. Mediante investigaciones, se observó que para la desinfección de **Giardia lambda**²¹ se necesitaba 2 ppm²² de cloro durante 100 minutos, mientras que usando ozono sólo eran necesarios 0,4 ppm durante 2,4 minutos. Trabajando con virus también se obtuvieron resultados similares: mientras que se necesitaba 2 ppm de cloro durante 2 minutos, usando ozono sólo eran necesarios 0,4 ppm durante 1,5 minutos. También para tener en cuenta es que a diferencia del cloro, el ozono no produce **trihalometanos**²³ en el agua, los cuales son cancerígenos.

Ozono vs rayos UV

Los **rayos UV**²⁴ pueden ser usados para la desinfección, se generan por una lámpara especial y eliminan las bacterias y microorganismos que estén expuestos a dicha luz. Si se usa rayos UV para desinfectar agua, es necesario que la misma esté cristalina para que los rayos actúen sobre los microbios, además la efectividad de desinfección depende de la edad de la lámpara, que se deteriora rápidamente (este deterioro no se detecta fácilmente). Una vez más se llega a la conclusión de que el ozono es la mejor alternativa.

¿Alguna consecuencia negativa del uso de ozono?

Sólo una larga exposición a niveles extremadamente altos de ozono podría traer como consecuencia dolor de cabeza y/o tos, sabemos que cualquier cosa en exceso es perjudicial (hasta la comidas o bebidas que hacen bien a la salud pueden dañar nuestro organismo si comemos o bebemos excesivamente). Sin embargo, nunca se ha reportado una muerte debida a intoxicación con ozono desde el año 1885, cuando se empezó a usar.

Los beneficios del uso de ozono, que son reconocidos mundialmente, no han sido tenidos muy en cuenta en USA debido a una estrategia económica de defiende empresas que fabrican purificadores de aire que usan filtros en lugar de ozono; una vez que la gente se informe sobre las ventajas del uso de ozono, estos purificadores serán reemplazados por la nueva generación de equipos que usan ozono en vez de filtros de aire.

Las concentraciones máximas permitidas de ozono en aire varían según el gobierno, por ejemplo en Europa, luego de décadas de investigación, se fijó un máximo de 0,15 ppm. En Canadá la concentración máxima se bajó arbitrariamente a 0,10 ppm, el gobierno norteamericano lo bajó aún mas hasta 0,08 ppm...como resultado sería ilegal hacer una caminata por la montaña ya que en esa zona la concentración natural de

ozono puede pasar los 0,08 ppm. De todas formas, no es necesario mantener unos niveles de ozono cercanos al límite máximo permitido para purificar el aire. A un nivel menor al máximo permitido el aire se purifica y no es dañino para el hombre y los animales.

Los metales pueden ser oxidados por el ozono, pero solo en caso de que se trabaje con altas concentraciones, esto no ocurre si están protegidos por una capa de pintura.

Glosario

1. *Materia*: es todo lo que ocupa un espacio, una caja de madera, una planta, una persona, y una molécula de ozono también es materia porque ocupa un lugar (muy chico).
2. *Átomo*: es el constituyente fundamental de la materia, se podría pensar como la parte más chica en que uno puede dividir la materia (desde hace décadas, se sabe que también se pueden dividir los átomos en sus componentes).
3. *Molécula*: es la combinación química más o menos estable de dos o más átomos, iguales o distintos entre si.
4. *Atmósfera*: es la envoltura de gases de distinta naturaleza que envuelve a la Tierra, tiene un espesor de 1000 km y está dividida en: tropósfera, tropopausa, estratósfera, estratopausa, mesósfera, mesopausa, termósfera, termopausa y exósfera.
5. *Tropósfera*: Es la parte más baja de la atmósfera, comprendida entre la superficie terrestre y la estratósfera. Es la zona en la que tienen lugar los fenómenos meteorológicos.
6. *Estratósfera*: Parte de la atmósfera situada por encima de la tropósfera, empieza a partir de los 20 km de altura aproximadamente y en esta capa es donde se forma el ozono que a su vez forma la capa de ozono.
7. *virus, bacterias, hongos y otros organismos patógenos*: son generalmente los causantes de infecciones. Los virus son partículas muy chiquitas que entran en las células para reproducirse y luego seguir infectando otras células; los virus no tienen vida, pero comúnmente se habla de ellos como si la tuvieran porque poseen características de organismos vivos.

Las bacterias son organismos unicelulares, es decir que su cuerpo está compuesto por una sola célula (a diferencia de nosotros que nuestro cuerpo se compone de miles de millones de células); por eso muchas veces cuando hablamos de bacterias, mencionamos la palabra “microbio, microorganismo”, ya que como son tan chiquitas es necesario un gran aumento para llegar a verlas (por ejemplo usando un microscopio). Hay un montón de clases de especies de bacterias y no todas pueden causarnos infecciones.

Los hongos son microorganismos que pueden ser unicelulares o pluricelulares, algunos son lo suficientemente grandes que nosotros podemos verlos a simple vista. Por ejemplo los champiñones son un tipo de hongos, la levadura es otro tipo de hongo (y a diferencia de los anteriores, son microscópicos). Los hongos que causan infecciones son generalmente tan chiquitos que sólo los vemos con microscopio o cuando se han agrupado en grandes colonias...por ejemplo el moho del pan es un tipo de hongo y esa “peluza” que se observa es la agrupación de millones de hongos muy chiquitos.

El término “patógeno” significa que “produce enfermedades”.

8. *Soluble*: significa que cuando agregamos dicha sustancia al agua, esta se disuelve completamente y no podemos detectar su presencia a simple vista. Por ejemplo cuando ponemos una cucharada de azúcar al té se observa que la azúcar se ha solubilizado porque se encuentra en el agua pero no la podemos detectar a simple vista (en realidad el término de solubilidad es un poco más complejo).
9. *Precipitar*: la precipitación es un proceso en el que una sustancia que se encontraba soluble en agua, se separa de la mezcla que formaba con ella y cae al fondo del recipiente..
10. *Sustancias orgánicas e inorgánicas*: las sustancias orgánicas provienen de organismos vivos, en cambio las inorgánicas no. Por ejemplo la madera es una sustancia orgánica porque proviene de los árboles y la arena es una sustancia inorgánica porque proviene de las rocas.
11. *Algas*: son organismos en su mayoría acuáticos, que pueden ser microscópicos o de gran tamaño y que realizan fotosíntesis (como las plantas). Al igual que las plantas, estos organismos poseen clorofila y a este pigmento se debe su color verde (hay algas que tienen otros pigmentos y colores). Por ejemplo las algas que invaden las piscinas son microscópicas, y nosotros las vemos como “manchas” una vez que han formados grandes colonias o agrupaciones. En el mar hay algas que pueden llegar a tener la altura de un árbol y son muy diferentes a las que le dan el color verde al agua de las piscinas.
12. *Combustión*: es un proceso en el que un compuesto orgánico, en presencia de oxígeno, se transforma en agua y dióxido de carbono (también se pueden liberar otros compuestos dependiendo de la naturaleza de la sustancia que se quema). La

combustión es muy conocida por nosotros, por ejemplo cuando prendemos la hornalla del horno se produce una combustión: el gas natural en presencia del oxígeno que está en el aire se transforma en vapor de agua y en dióxido de carbono. Las combustiones son procesos exotérmicos, esto quiere decir que liberan calor (siguiendo con el último ejemplo, el calor que se libera en la combustión del gas natural es el que nosotros usamos para cocinar, para hervir agua, etc.).

13. *Dióxido de carbono*: es un gas muy común en la atmósfera y además inofensivo para nosotros. Es el gas que liberamos por respiración y además se libera al aire en las combustiones (por ejemplo cuando prendemos fuego).
14. *Hemoglobina*: es una proteína que tenemos en la sangre, que transporta el oxígeno y el dióxido de carbono a través de venas y arterias. Cuando la hemoglobina se combina con monóxido de carbono ya no puede transportar el oxígeno y se produce la asfixia.
15. *Hipoclorito*: se trata de un compuesto que contiene un átomo de cloro y un átomo de oxígeno, es el componente de la lavandina y es un desinfectante de uso común.
16. *Disentería*: es una enfermedad intestinal contagiosa, caracterizada por la inflamación del tubo digestivo, que provoca una diarrea dolorosa y sangrante. Puede ser producida por amebas o bacterias.
17. *Fiebre tifoidea*: es una enfermedad infectocontagiosa provocada por alimentos que contienen el bacilo de Eberth, que se multiplica en el intestino (“bacilo” es un término que significa “bacteria en forma de bastón” y en particular el bacilo de Eberth es un tipo de bacteria causante de esta enfermedad).
18. *Flora intestinal*: dentro de nuestro intestino hay bacterias que ayudan en el proceso de digestión y dichas bacterias necesitan de una ambiente aeróbico, es decir que necesitan del oxígeno para vivir. El conjunto de todas las bacterias es llamado flora intestinal.
19. *Aeróbico*: un ambiente aeróbico es aquel donde hay oxígeno. Nosotros, al igual que los animales y un montón de organismos, necesitamos vivir en ambientes aeróbicos.
20. *Anaeróbico*: un lugar donde no hay oxígeno o su concentración es muy baja, por ejemplo hay muchas bacterias que no pueden vivir en ambientes con oxígeno y es por eso que las llamamos bacterias “anaeróbicas”. Muchas de las bacterias patógenas –que causan enfermedades- son anaeróbicas.
21. *Giardia lambda*: microorganismo patógeno, causante de diarrea en los seres humanos, se adhiere a las paredes del intestino delgado.

22. *Ppm*: es una forma de expresar concentraciones, la sigla ppm significa “partes por millón”. Entonces, cuando se habla de que hay 2 ppm de una sustancia X, quiere decir que por cada millón de moléculas totales, hay 2 moléculas de esa sustancia. Por ejemplo, en el texto dice que en USA la máxima concentración de ozono en aire permitida es de 0,08 ppm, esto significa que por cada millón de moléculas totales que haya en el aire (moléculas de oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno, etc) debe haber como máximo 0,08 moléculas de ozono; dicho de otra manera (ya que no tiene sentido de hablar de 0,08 moléculas), esto significa que debe haber como máximo ocho moléculas de ozono por cada cien millones de moléculas que haya en el aire.
23. *Trihalometanos*: son unos compuestos químicos que se forman por la combinación del hipoclorito y sustancias orgánicas que haya en el agua. Son cancerígenos.
24. *Rayos UV*: los rayos ultravioletas, son un tipo de luz que es muy energética y nociva para la salud ya que por su energía pueden romper enlaces químicos. Estos rayos UV son los que absorbe la capa de ozono. Hay muchas aplicaciones de estos rayos UV, entre ellas la formación de ozono y la desinfección.