

ARTÍCULO DE OPINIÓN

PROPIEDADES Y USO DEL DIÓXIDO DE CLORO EN EL ÁMBITO COVID-19

En un contexto en el que el mal uso de ciertos compuestos químicos parece imponerse, es conveniente aportar información oportuna y técnicamente correcta. En ese sentido, a continuación, se explicarán aspectos referidos a las propiedades y uso del dióxido de cloro en el ámbito COVID-19.

El dióxido de cloro es similar, tanto en su acción como su poder de oxidación, a otros compuestos análogos llamados óxidos o anhídridos de cloro. De esta familia de compuestos, los más estudiados y conocidos son:

- El monóxido de dicloro o anhídrido hipocloroso, de fórmula química Cl_2O , es un gas altamente reactivo.
- El trióxido de dicloro o anhídrido cloroso, de fórmula química Cl_2O_3 , es un sólido altamente reactivo al exponerse a la luz del sol, al igual que todos los compuestos de esta familia.
- El pentaóxido de dicloro o anhídrido clórico, de fórmula química Cl_2O_5 , por su alta reactividad, no existe en condiciones estándar de presión y temperatura, es decir, a aproximadamente $25\text{ }^\circ\text{C}$ y 1 atmósfera de presión.
- El heptaóxido de dicloro o anhídrido perclórico, de fórmula química Cl_2O_7 , es inestable y se descompone en cloro y oxígeno.

Todos los compuestos mencionados son muy reactivos y esta característica la comparten con el dióxido de cloro. El dióxido de cloro, ClO_2 es un gas cuyo color va del amarillo a rojizo. Se puede obtener a partir de diversas reacciones y una estrategia muy eficiente es por la descomposición del clorito de sodio (se forma al hacer reaccionar Cl_2O_3 con hidróxido de sodio, NaOH) con calor y/o luz solar.

Según la OSHA (Occupational Safety and Health Administration) [1], cualquiera de los óxidos de cloro, al entrar en contacto con agua, forma compuestos ácidos cuya características más importantes son su toxicidad y corrosividad. El carácter corrosivo de estos compuestos ácidos implica la capacidad de atacar materiales, objetos o cualquier sustancia que tenga contacto con ellos. Además, todos ellos son inestables, es decir, en contacto con la luz del sol o simplemente el aire, se empiezan a descomponer en sus constituyentes principales (oxígeno y el cloro) con liberación de energía. El cloro (Cl_2), uno de los productos de la descomposición, es un gas de color verdoso altamente tóxico y venenoso que causa problemas respiratorios muy serios con destrucción de tejido. De hecho, el Cl_2 fue usado como arma química en la primera guerra mundial [2]. Es evidente que los compuestos de cloro son muy reactivos y capaces de reaccionar con muchas sustancias, sean de origen biológico o inorgánico y sin ninguna selectividad. Precisamente esa alta reactividad es aprovechada para eliminar bacterias y una gran variedad de microorganismos entre los que se incluyen virus. Así como elimina organismos patógenos, también pueden reaccionar y destruir superficies metálicas, poliméricas, cerámicas o compuestos orgánicos; cuando son calentados pueden incluso explotar. En general, las superficies metálicas son la más fácilmente destruidas por estos compuestos.

Según la NIOSH (National Institute For Occupational Safety and Health) [3], el valor límite umbral de exposición en un ambiente de trabajo (TWA o TLV, por sus siglas en inglés) del dióxido de cloro es $0,3\text{ mg/m}^3$ en el aire. Al sobrepasar este límite, se iniciaría un proceso de intoxicación por inhalación de dicho gas, lo que traería como consecuencias problemas graves a nivel pulmonar. Adicionalmente, los óxidos de cloro, en virtud de su carácter oxidante, pueden liberar

oxígeno nascente o molecular en sus procesos de descomposición, el cual es ávido de oxidar a otros elementos o compuestos con los que puedan entrar en contacto. Por tanto, si estos óxidos de cloro son ingeridos y tienen contacto con el ácido clorhídrico presente en el estómago de los seres humanos pueden descomponerse fácilmente y liberar cloro gas y oxígeno molecular. El gas cloro, como se indicó antes, es altamente irritante y tóxico para los organismos biológicos. El oxígeno liberado podría oxidar fácilmente estructuras biológicas y generar desequilibrios que resulten en descompensaciones en ciertas funciones del cuerpo. En el caso de que el oxígeno molecular llegue al torrente sanguíneo, será capaz de oxidar la hemoglobina, la cual es una proteína que transporta oxígeno y dióxido de carbono. Si existe un exceso de oxígeno en la sangre puede suceder dos hechos:

- El oxígeno nascente molecular altamente oxidante oxidará al hierro 2+ presente en la molécula de hemoglobina a hierro 3+. En estas condiciones la molécula de hemoglobina pierde la capacidad de liberar el oxígeno donde es requerido, lo que traerá como consecuencias problemas de oxigenación en el cuerpo. Se tendría un desequilibrio entre hemoglobina con hierro 2+ y la que tiene hierro 3+, lo que disminuye la capacidad de intercambio gaseoso.
- El exceso de moléculas de oxígeno en la sangre deberá compensarse con la disminución de intercambio gaseoso del dióxido de carbono, lo que lleva a una elevación anormal de dióxido de carbono libre en la sangre [4].

Por tanto estos compuestos dentro de la clasificación química y en las tablas de seguridad química se los ha catalogado como corrosivos, tóxicos y altamente peligrosos, así lo corrobora la OSHA en la lista de químicos altamente peligrosos, apartado 1910 [3]. Si bien los derivados del cloro son útiles en procesos de desinfección para superficies, materiales y agua potable, no existen estudios concluyentes y de fondo en el uso de este tipo de compuestos para uso humano a nivel interno [4].

Referencias

- 1] The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) [Internet]. USA.[acceso 25 de septiembre del 2020]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0116.html>.
- [2] Fitzgerald G. Chemical Warfare and Medical Response During World War I. *American Journal of Public Health* 2008; 98 (4): 611-625.
- [3] Occupational Safety and Health Administration (OSHA) [Internet]. USA. [acceso 25 de septiembre del 2020]. Disponible en: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.119AppA>
- [4] Roger P, Smith and Calvin C, Willhite. Chlorine Dioxide and Hemodialysis. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 1990; 11: 42-62.



El Dr. Pablo Bonilla Valladares es Químico por la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador. Máster en Nanociencias y Nanotecnología por la Facultad de Física de la Universidad de Barcelona y Ph.D. en Desarrollo, innovación y control de medicamentos en la Facultad de Farmacia de la misma universidad.

Autor de artículos científicos en importantes revistas nacionales e internacionales en temas de fármacos, nanotecnología, alimentos, sistemas coloidales, electroquímica.

Ex - Director de la carrera de Química de la Facultad de Ciencias Químicas.

En la actualidad es Director del Grupo de investigación de Nanoestructuras y Nuevos materiales de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, docente investigador de la misma unidad académica y Presidente del Colegio de Químicos de Pichincha.

Conduce varios proyectos de investigación en estas temáticas con financiamiento de instituciones nacionales de investigación.

Dr. Pablo Bonilla Valladares
Químico