

ARTÍCULO DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Sobre el uso del dióxido de cloro en ámbitos de la salud humana y la importancia del razonamiento crítico

On the use of chlorine dioxide on the healthcare field and the importance of critical thinking

Mélanie Maldonado¹ 

¹ Consultora científica en Servicios de Ciencia y Tecnología (SC&T)/IQ-Instruments. Cochabamba. Bolivia. mel.mar.snie@gmail.com

RESUMEN

Desde hace algunos años, productos como el dióxido de cloro, clorito de sodio y suplemento mineral milagroso (o MMS por sus siglas en inglés), a pesar de no haber sido certificados como medicamentos, están siendo utilizados de manera alternativa por muchas personas para el tratamiento de diferentes enfermedades. Este uso se ha visto incrementado durante la actual crisis por la pandemia por COVID-19. En este documento, se proporciona una lista no exhaustiva de publicaciones científicas y advertencias oficiales respecto al uso potencialmente peligroso de estos productos en el área de la salud humana. Toda la información citada es bien conocida por profesionales de ramas afines a la bioquímica y farmacéutica, pero no siempre es accesible al público en general. Además, se proporcionan elementos de razonamiento crítico para ayudar a la población en general a procesar la evidencia científica disponible y así construir una opinión propia e independiente.

Palabras clave: COVID-19. Dióxido de cloro. Pruebas clínicas randomizadas. Razonamiento crítico.

ABSTRACT

For some years now, certain products without official certification for medical use, such as chlorine dioxide, sodium chlorite and MMS, are being advertised for the treatment of different diseases. This practice has even been increased during the current health crisis by COVID-19 pandemic. This document provides a non-exhaustive list of scientific publications and official warnings regarding the potential risk of these products when used in the field of human health care. This information is well known to experts but is not always accessible to the public. In addition, the use of critical thinking is illustrated to help the public process the available scientific data to form their own independent opinion.

Keywords: COVID-19. Chlorine dioxide. Randomised controlled trials. Critical thinking.

INTRODUCCIÓN

El objetivo central de este documento es proporcionar una lista de referencias científicas sobre el uso de ciertos productos como el dióxido de cloro, clorito de sodio y el suplemento mineral milagroso (MMS por sus siglas en inglés). Toda la información citada en este documento es conocida por profesionales de ramas afines a la bioquímica y farmacéutica mucho antes de la crisis de la pandemia por COVID-19, pero esta no siempre es evidente para el público en general.

La motivación original de este trabajo surgió con la necesidad de comprender por qué algunas personas, al desconocer las estructuras de la ciencia o cómo funcionan sus métodos, no confían en las recomendaciones y advertencias hechas por la comunidad científica respecto al uso de estas sustancias en el área de la salud.

En la Sección 1 se presenta de manera muy resumida las definiciones químicas necesarias. En la Sección 2 se toca el tema de usos potencialmente peligrosos de estos productos en el área de la salud. Para entender esto, primero se explica resumidamente en qué consiste el proceso de certificación de sustancias con potencial uso médico y la importancia de este. Luego, en la segunda parte, se presenta una lista de publicaciones que sugieren la toxicidad del dióxido de cloro tanto

para animales como para seres humanos. Todas las fuentes citadas se encuentran expuestas por orden alfabético de los autores en la bibliografía al final de este ensayo.

En las Secciones 3 y 4 se aborda el tema del razonamiento crítico para analizar la información científica. La información técnica es abundante, difícil de procesar para la mayoría del público no especialista y que, lamentablemente, muchas veces no es transmitida con claridad y precisión. El razonamiento crítico es útil importante para procesar esta información no siendo especialista.

En la Sección 5 se adjunta una lista de advertencias en torno al tema de la utilización del dióxido de cloro en el contexto médico, por medios oficiales y fuentes reconocidas internacionalmente por la comunidad científica

Finalmente, en la Sección 6 se presentan nuestras conclusiones basadas en la evidencia científica presentada usando los elementos de análisis crítico.

1. DEFINICIONES DE BASE

A continuación, se resumen los conceptos y definiciones técnicas que pueden ser encontradas en la literatura científica:

1.1 Oxidación, reacciones redox, agentes oxidantes, etc.

El material en esta sección es básico y se encuentra, por ejemplo, en Atkins (1986), Brenon-Audat *et al.* (1993), Levine (1981), Mieli (1945), Petrucci (2017), Sarrazin y Verdaquer (1989) y Sisler *et al.* (1959).

En química se llama oxidación al fenómeno químico en el que un átomo, molécula o ion pierde uno o varios electrones, aumentando así su carga positiva. Originalmente, este término fue asociado a la combinación del oxígeno con otros elementos. Sin embargo, este término también caracteriza reacciones químicas donde no haya oxígeno de por medio. De manera más general, se habla de reacciones de óxido-reducción, o reacciones redox.

Una reacción redox, es una reacción química caracterizada por la transferencia de electrones entre los reactivos. En una reacción redox, la sustancia que “gana” electrones se llama “agente oxidante” y el proceso mediante el cual gana electrones se llama “reducción”, mientras que la sustancia que “pierde” electrones se llama “agente reductor” y el proceso mediante el cual pierde electrones se llama “oxidación”. En una reacción redox, el agente oxidante se reduce, mientras que el agente reductor se oxida (Petrucci, 2017).

Para ilustrar el proceso de oxidación-reducción se puede referir al ejemplo de las plantas. Estas están compuestas de células vivas protegidas por paredes celulares. Cuando se cortan algunas frutas y verduras (por ejemplo, manzana, banana, palta, etc.), estas paredes se rompen y ocurre una reacción química que causa que la superficie cortada se oscurezca. La reacción química que ocurre por la exposición del material celular al oxígeno en el aire es un ejemplo de oxidación.

1.2 Dióxido de cloro, el (ion) clorito, clorito de sodio, cloruro de sodio.

El material presentado en esta sección puede ser encontrado en la literatura científica (Vogt *et al.*, 2010; In Bailar, 1953; Brockway, 1933; Pauling, 1988; Flesch *et al.*, 2006; National Institute of Standards and Technology, 2018; Dobson y WHO, 2002; Swadle, 1997; ERCO worldwide, 2020).

El dióxido de cloro es un compuesto químico con fórmula ClO_2 constituido por un átomo de cloro y dos átomos de oxígeno. Como otros óxidos de cloro, el dióxido de cloro es un agente oxidante. El dióxido de cloro es un gas de color rojizo a verde amarillento, es difícil de transportar y generalmente se genera *in situ*, normalmente como solución en agua o como gas es explosivo bajo presión. Este no es un medicamento, es tóxico y debe mantenerse protegido del contacto accidental con materiales orgánicos.

El ion clorito (o a veces simplemente llamado “clorito”) es un oxoanión de fórmula ClO_2^- , que puede combinarse con iones metálicos para formar sales sólidas, por ejemplo, clorito de sodio (NaClO_2). El clorito de sodio se disuelve en agua y se disocia iones clorito y sodio. Si el clorito de sodio NaClO_2 se disuelve en agua y se añade un ácido (por ejemplo, ácido cítrico, ácido de fruta de jugos o vinagre), se obtiene dióxido de cloro ClO_2 .

El dióxido de cloro se utiliza como desinfectante por sus propiedades como agente oxidante puesto que recibe fácilmente los electrones cedidos por moléculas orgánicas y como resultado el dióxido de cloro se reduce a ion clorito ClO_2^- .

En la industria, el dióxido de cloro se utiliza como agente oxidante. Para su manejo debe tenerse en cuenta que el dióxido de cloro puede desprenderse de las soluciones acuosas, existiendo riesgo de intoxicación por inhalación en lugares confinados. Algunos ejemplos de su uso son el tratamiento de aguas residuales, tratamiento de agua procedentes de procesos industriales, desinfección de torres de refrigeración, tratamiento de emisiones industriales, tratamiento y tecnología de producción de alimentos, oxidación de residuos industriales, esterilización de equipo médico, procesamiento del papel entre otras. En las dosis adecuadas, es también utilizado en agua como agente antimicrobiano en el procesamiento de aves de corral, para lavar frutas y verduras (Dobson y WHO, 2002; Swadle, 1997; ERCO worldwide, 2020; Environmental Paper Network, 2018; Ma *et al.*, 2017; Umweltbundesamt Deutschland, 2011; Carl Roth, 2017).

El tratamiento de agua potable es la principal aplicación del dióxido de cloro como desinfectante. Por ejemplo, en las dosis correctas está aprobado para desinfectar el agua potable en Estados Unidos por la Agencia de Protección Ambiental (EPA); además está incluido en las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la calidad del agua potable. Más detalles pueden ser encontrados en la literatura y documentos oficiales (Umweltbundesamt Deutschland, 2011; Carl Roth, 2017; U.S. Department of Health and Human Services, 2004; Departamento de Salud y Servicios para Personas Mayores de New Jersey, 2005; Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1998; U.S. Environmental Protection Agency, 2000).

2. USOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS DEL DIÓXIDO DE CLORO, CLORITO DE SODIO Y OTROS PRODUCTOS RELACIONADOS

Productos con la base de dióxido de cloro, o clorito de sodio o relacionados con estos han sido promocionados en el ámbito de la salud humana como “alternativos” a la medicina convencional en los libros de Jim y Lloyd (1998), Oswald (2020), Kalcker (2017) y Rivera (2013). En estos

libros se encuentran productos como el *Suplemento Mineral Milagroso o Solución Mineral Maestra* (MMS por sus siglas en inglés) que es una solución al 28% en NaClO₂ y 10% en ácido cítrico, que se constituye en una mezcla oxidante. En estos libros, además del MMS, se promocionan otras sustancias con los denominativos CDS, CDL (estas son sustancias que se comercializan como soluciones de dióxido de cloro listas para beber), MMS-1 y MMS-2 (este último contiene hipoclorito de calcio o sodio, otros agentes oxidantes que también son muy utilizados en procesos industriales y sanitarios). Sin abordar lo mencionado en estos libros, es necesario mencionar que existe evidencia documentada sobre la toxicidad de estos productos en humanos (Sección 2.2).

En los libros mencionados, el MMS ha sido promovido fuera del ámbito de la medicina convencional, como una supuesta “cura” o “tratamiento” para una gran variedad de enfermedades. Esto ha hecho que muchas personas se hayan interesado por este producto y al mismo tiempo que otras hayan buscado tomar ventaja lucrativa de este interés. Por ejemplo, un hombre de negocios fue sentenciado en Alemania con una pena de prisión de varios años en 2019 por vender MMS como remedio, obteniendo alrededor de 350000 Euros en ventas (MedWatch der Rechercher verschieben, 2019).

No se tiene evidencia que el MMS y otros productos similares hayan sido aprobados por un proceso de control y certificación de sustancias para uso médico. Sin embargo, a pesar de las advertencias oficiales al respecto, tampoco se ha regulado su comercialización, particularmente en internet. En la siguiente sección se explica resumidamente en qué consiste un proceso de certificación de medicamentos.

2.1 Proceso de certificación de medicamentos

En una primera instancia, si una sustancia tiene potencial uso médico, debe ser estudiada rigurosamente en laboratorio mediante experimentos tanto *in vitro* como *in vivo* en animales. El objetivo de estos estudios es, por un lado, demostrar que existen relaciones de causa-efecto en lo que respecta a la eficacia de una sustancia en el tratamiento de una enfermedad; y, por otro, evaluar

si efectos secundarios negativos considerables tienen lugar (por ejemplo, daños a los animales tratados o incluso su muerte).

En instancias posteriores, existen los llamados “estudios clínicos en humanos”. Estos incluyen las llamadas “pruebas controladas aleatorizadas” (*randomized controlled trials* en inglés), que permiten conocer de manera científica el efecto de sustancias estudiadas con potencial uso médico sobre una población de individuos voluntarios. La característica fundamental de estos estudios es la distribución aleatoria del grupo original en dos subgrupos: un grupo de estudio y un grupo de control.

Durante la realización de estos estudios ningún individuo tiene conocimiento del grupo al que ha sido asignado. Los integrantes del grupo de estudio reciben la sustancia estudiada; mientras que, aquellos del grupo de control pueden no recibir intervención alguna respecto al grupo de estudio, o un placebo. Si estas pruebas son diseñadas, implementadas y estudiadas correctamente, deberían ser capaces de ayudar a eliminar todos los posibles sesgos (*biases* en inglés) en la estimación de la causa-efecto de la eficacia de la sustancia sobre la enfermedad y de posibles efectos secundarios.

Las pruebas clínicas son necesarias para que una sustancia sea aprobada para su puesta en el mercado. El diseño de estas pruebas, así como la elección de los grupos, sus tallas, los métodos empleados, sus seguimientos periódicos y su duración son necesarios para llegar a conclusiones respecto a la aprobación de la sustancia estudiada. Todos estos factores forman parte del dominio de la ética farmacéutica (Edgar y Salek, 2002).

La duración de estas pruebas suele ser muy larga (incluso varios años) y al mismo tiempo son extremadamente costosas. Todo este proceso tiene su razón de ser, puesto que sería éticamente irresponsable e ilegal poner en el mercado una sustancia para fines medicinales si sus efectos (directos e indirectos) no han sido cuidadosamente estudiados en poblaciones representativas (en diversos factores) durante largos periodos, sin cumplir con las normativas locales e internacionales. Mayores detalles se encuentran en la literatura científica (Hariton y Locascio, 2018; World Health Organization, 2020a)

El desarrollo, aprobación y producción de medicamentos para enfermedades humanas son muy complejos. La efectividad de una sustancia con potencial uso médico puede y suele fallar en cualquiera de las etapas de prueba, simplemente porque las enfermedades humanas son extremadamente complejas de entender, tratar y curar. En la mayoría de los casos, para disgusto de las farmacéuticas interesadas en el desarrollo de un medicamento, este proceso tedioso largo y costoso no termina en un producto en el mercado. Concretamente, si un producto o tratamiento ha llegado a pasar todas etapas de control, este es autorizado en el mercado sólo si:

- Su acción ha sido demostrada ser efectiva para la enfermedad;
- Sus potenciales efectos secundarios son “justificables” y “tolerables” para su uso, y
- Posee alguna propiedad mejor o ventaja respecto a otros medicamentos que ya han sido aprobados y existen en el mercado o si al menos su acción es mejor que la de un placebo.

Este proceso está lejos de ser perfecto desde varios puntos de vista, pero tiene como objetivo prevenir que una compañía farmacéutica ponga en el mercado un producto que no tenga efectividad o que resulte dañino para la salud al ser utilizado.

2.2 Documentación científica sobre la toxicidad asociada a la utilización del MMS y otros

El MMS y otros productos similares, no han pasado por el proceso de control y certificación mencionado en la sección precedente. Lo que se conoce (mucho antes de la pandemia COVID-19) gracias a experimentos hechos tanto *in vitro* con células humanas como *in vivo* en animales es que esta sustancia puede dañar e incluso destruir el tejido biológico, puesto que oxida las mucosas o paredes del estómago y de los intestinos pudiendo producir quemaduras y úlceras con síntomas como náuseas, vómitos y diarrea. Altas dosis, en animales, han incluso ocasionado trastornos graves en la sangre y los riñones.

A continuación, se resumen estas observaciones obtenidas en referencias técnicas o reportes clínicos:

- El dióxido de cloro destruye las células humanas *in vitro*. Bajo una concentración de 10,7 ppm, la mitad de las células estaban muertas después de 24 horas, lo que corresponde a aproximadamente 3,5 ml de CDL (3000 ppm) en 1 l de agua (Nishikori *et al.*, 2008).
- Pruebas en monos *vervet* etíopes. La solución de dióxido de cloro causa irritación y ulceración en la garganta. Después de 5 minutos del tiempo de contacto total en el estómago de los animales, se recuperó solamente el 8% de la dosis original oxidante de dióxido de cloro. El clorito de sodio ataca a los glóbulos rojos (Bercz *et al.*, 1982).
- Pruebas en ratas: el dióxido de cloro ingerido forma iones cloruro Cl^- , clorito ClO_2^- y clorato ClO_3^- , que se absorben por las paredes gastrointestinales y permanecen en el cuerpo durante días (Abdel-Rahman *et al.*, 1982).
- Exposición al dióxido de cloro a ratones en agua potable durante 30 días, produciendo en el volumen corpuscular medio, fragilidad osmótica entre otros como el daño de la membrana de los glóbulos rojos (Moore y Calabrese, 1980a).
- Pruebas en ratas: el clorito de sodio ataca el tracto digestivo y los glóbulos rojos. Se observaron también varias muertes relacionadas con el tratamiento y ciertos cambios morfológicos (Harrington *et al.*, 1995).
- Pruebas en ratones: El gas de dióxido de cloro destruye los virus de la gripe en el aire, pero no funciona si ya han llegado al ratón (Ogata y Shibata, 2008).

La dosis exacta a partir de la cual se producen estos efectos en seres humanos no puede derivarse de los estudios hechos en animales. Para determinarla, tendrían que llevarse a cabo estudios similares en personas y, claramente, esto no sería éticamente justificable por lo ya observado en experimentos con animales.

Sin embargo, en seres humanos se han observado casos de intoxicación/envenenamiento con los mismos síntomas vistos en los experimentos con animales en laboratorio. Dichos casos han sido documentados en la literatura científica, médica y de salud pública. A continuación, se cita una selección de resúmenes de algunos de estos casos:

- Un caso de metahemoglobinemia en un infante de un año por falta de oxígeno después de la intoxicación con ClO₂ (Hagiwara y Inoue, 2015).
- Reporte de un caso de lesión renal aguda debido a la intoxicación por dióxido de cloro (Bathina *et al.*, 2013).
- Un hombre de 75 años con cáncer de próstata presentó disnea de esfuerzo, malestar y orina oscura un día después de la ingestión de una alta dosis de MMS comprada en internet para el tratamiento del cáncer de próstata (Burke *et al.*, 2014).
- Un hombre de 65 años se presentó en su hospital local con náuseas, vómitos, diarrea y orina oscura después de ingerir una pequeña cantidad de una solución de clorito de sodio al 28%. (Romanovsky *et al.*, 2013).
- Persona de 40 años ingiere 30 ml de una solución de clorito de sodio al 28% (tal como se compró para MMS) presentando anemia hemolítica (disolución de los glóbulos rojos en la sangre) y problemas renales (Hulshof *et al.*, 2018).
- Un hombre de 55 años ingresó en la unidad de cuidados intensivos por intoxicación con clorito de sodio al 28% (como presente en MMS) como consecuencia de un intento de suicidio (Gebhardtova *et al.*, 2014).
- “Vómitos insaciables” y falta de aliento en un bebé que recibió 14 gotas de MMS (Gefährdung durch, 2010).
- Un hombre de 25 años se presentó con cianosis generalizada y dificultad respiratoria. Se sabía que el paciente había ingerido 10 g de clorito de sodio en un intento de suicidio (Lim y Lim, 2009).
- Más publicaciones técnicas/reportes médicos de casos parecidos son ampliamente encontrados (Nguyen *et al.*, 2014; Loh y Shafi, 2014; Moore y Calabrese, 1980b; Williams *et al.*, 2009; Arnold y Rushton, 2018; Moore *et al.*, 1978; Patat, 2011; Brocker *et al.*, 2011; Nicolas *et al.*, 2016).
- También fueron reportados 7 casos públicos de muertes por ingestión del producto MMS en Estados Unidos (Children's hospital of Philadelphia, 2019), dos de los cuales (ABC News, 2016; Fair Warning, 2019) están registrados oficialmente en la Federal Drugs Administration (FDA). Otras referencias se pueden encontrar en BBC (2010) y Taylor (2010).

Defensores del MMS no son ajenos a la existencia de varios síntomas relacionados a su utilización y parecen tener la tendencia a explicarlos mediante la reacción *Jarisch-Herxheimer* (Dhakal y Sbar, 2020; Butler, 2017). Según la explicación que brindan en sus libros y foros (Jim y Lloyd, 1998; Oswald, 2020; Kalcker, 2017; Rivera, 2013), estos síntomas pueden ocurrir después de la ingestión del MMS como parte de un “proceso de desintoxicación producido por la liberación de toxinas de patógenos y parásitos que deben primero ser expulsados por el cuerpo”.

Pero no mencionan el hecho que, el dióxido de cloro, al ser un oxidante, tiene un efecto irritante cáustico sobre la piel y las membranas mucosas, dependiendo de su concentración. Esto a su vez, puede provocar no solamente los síntomas indicados arriba sino también un daño intestinal severo y una disminución de la presión arterial entre otros (U.S. Department of Health and Human Services, 2004; Departamento de Salud y Servicios para Personas Mayores de New Jersey, 2005; Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1998; U.S. Environmental Protection Agency, 2000).

3. ELEMENTOS DE RAZONAMIENTO CRÍTICO APLICADOS AL MMS

En general, el razonamiento/análisis crítico es un tema muy importante por sí solo que necesita más espacio de ser considerado. En esta sección se limita a ilustrar algunos elementos fundamentales de este tomando como ejemplo la información existente en torno al MMS.

Una de las primeras preguntas para razonar críticamente respecto a la eficacia de cierta sustancia es *¿por qué?* En todo el mundo hay centenas de equipos de investigación en las universidades e instituciones de investigación tanto públicas como privadas que tiene como prioridad ser los primeros en informar acerca de efectos benéficos de sustancias como el MMS en el tratamiento del cáncer, autismo, VIH, la malaria, los gérmenes multirresistentes, COVID 19, etc. Este logro les otorgaría fama y reconocimiento mundial. Si el MMS realmente tiene efectos benéficos; no obstante, los investigadores del mundo durante varias décadas aún no han logrado obtener un indicio científico de esto de una manera rigurosa y reconocido por la comunidad científica internacional.

Pero también es razonable cuestionar los numerosos ‘relatos positivos’ de personas que consumen MMS. Estos testimonios abundan y son referidos como prueba de su supuesta efectividad, teniendo como base principal el argumento de “quién se sana tiene razón”. Para analizar esto de una manera más crítica, se ofrecen a continuación algunas pautas.

Primero, se observa que cierta parte de estos relatos pueden ser explicados por el “efecto placebo” (Arnstein *et al.*, 2011; Chaplin, 2006), o sea la desaparición de los síntomas sin que la sustancia realmente sea la causa. El efecto placebo es real, se ha medido en miles de experimentos médicos, y muchos médicos admiten prescribir placebos regularmente. Sustancias prescritas como placebos han demostrado afectar un gran número de enfermedades y, por ejemplo, también forman parte de las pruebas clínicas aleatorias. Los efectos placebo son un área activa en la investigación (Enck *et al.*, 2011).

En segundo lugar, existe el fenómeno estadístico llamado “regresión a la media” (Everitt, 2002; Upton y Cook, 2006; Stigler, 1997). En una medición o experimento, esto consiste en que si la observación de cierto fenómeno resulta ser extrema en su primera medición, esta tenderá a estar más cerca de la media en su segunda medición. Por ejemplo, si una persona que padece de una enfermedad manifiesta en un momento dado fuertes síntomas es muy probable que la gravedad de estos síntomas se reduzca o incluso desaparezcan sin necesidad de ninguna sustancia, si se espera el tiempo suficiente.

En tercer lugar, la evaluación personal de un efecto curativo depende en gran medida de la actitud y percepción subjetiva de cada persona. En este ámbito, fenómenos tales como la “falacia del costo hundido”, el “efecto halo” o la confusión de “correlación con causalidad”, entre otros, tienen una relevancia importante. Se explican algunos de estos para el caso estudiado.

La falacia del costo hundido (Arkes y Ayton, 1999) es un fenómeno recurrente en el ámbito de la economía y la toma de decisiones, se refiere a aquellos “costos” en retrospectiva que han sido incurridos en el pasado y que no pueden ser recuperados. Estos costos, en el caso de una persona que consume o está interesada en el MMS, pueden estar expresados en forma de tiempo, dinero,

libros, conferencias, pensamientos, sentimientos, esperanza, publicidad o charlas personales con otras personas, etc. Considerando este fenómeno, las situaciones tienden a ser juzgadas mucho más positivamente cuando se invierte mucho en estas o cuando una persona está más entusiasmada con algo. Esto conduce a que la posibilidad de considerar que algo pueda simplemente no ser verdad sea más difícil de aceptar.

El efecto halo es un error asociado a la tendencia que tienen las impresiones positivas, por ejemplo, sobre un producto en un área determinada, a influir positivamente en la opinión o juicio en otras áreas (Nisbert y Wilson, 1977). En nuestro caso, este fenómeno explicaría la inclinación de una persona a utilizar la sustancia para sí misma, basándose sobre todo (o incluso solamente) en los relatos positivos sobre la eficacia de la sustancia en el tratamiento de una enfermedad que otras personas afirman haber manifestado (sin tomar en cuenta que estas podrían haber sido incluso exageradas, irreales o falsas).

En cuarto lugar, en foros en los que se anuncia y promueve el MMS, pueden encontrarse muy fácilmente relatos positivos, pero con mayor dificultad aquellos considerados como negativos. Esto se conoce como el “sesgo de disponibilidad de casos o datos” (Gilovich *et al.*, 2002), que se explica en este caso: una persona, que tomó MMS y que además manifiesta una mejoría en su condición de salud, hace pública esta correlación interpretada como un efecto positivo de la sustancia.

En la mayoría de los casos, este tipo de relatos son compartidos públicamente como prueba de una relación causa-efecto (o sea, que la sustancia es realmente la causa de la mejoría) y muy pocas veces como manifestación de simplemente de una correlación entre su mejoría y la ingestión de la sustancia. Si el tratamiento no funcionó, probablemente no se publicará en un foro donde se promociona el uso del producto. Pero, entonces, toda persona que potencialmente esté interesada en el consumo de esta sustancia tendrá acceso principalmente solo a la información de los casos que en su mayoría afirman haber funcionado.

Por lo tanto, esta persona concluirá que, “la sustancia tiene un efecto positivo” sin haber tenido acceso al conjunto total de información. Esto es una forma del sesgo de disponibilidad de datos: la totalidad de casos no están a disposición, o solamente aquellos positivos o más recientes, impidiendo que así exista una formación crítica e independiente de una opinión.

Para ejemplificar se puede considerar un experimento mental ilustrativo. Si se tiene cierta sustancia cuyo consumo de una dosis determinada durante un tiempo T tiene una eficacia de éxito del 50% en la mejoría de los síntomas de una enfermedad. En el ejemplo, se supone que existen 16000 personas que sufren de esta enfermedad y que voluntariamente están dispuestas a tomar la sustancia, de manera repetitiva, si consideran que su condición ha mejorado y mientras no tengan algún tipo molestia, reacción negativa a la sustancia o simplemente decidan no tomarla más. Es importante medir el número total de “curaciones” que existen luego de varias repeticiones.

Después de un tiempo T , del grupo de 16000 personas existen aproximadamente 8000 que continuarán con el tratamiento, mientras que aproximadamente otras 8000 dejarán de consumirla por una de las razones supuestas. Después de 7 repeticiones sucesivas, a intervalos T , quedarán aproximadamente 125 personas que aún continúan con el tratamiento. Se supone que un cierto número de éstas considere haberse “curado completamente”; por simplicidad se considera que este número sea 16, el cual corresponde a un 0,001% de éxito de curación del grupo inicial al cabo de este periodo.

La primera reacción comprensible de las personas que se curaron será asociar su cura con la utilización de la sustancia. De esta manera informarán entusiasmadamente a otras personas interesadas que la sustancia funciona, pudiendo incluso interpretar su acción como una relación causa-efecto. Pero no se debe olvidar que al cabo del mismo tiempo existen aproximadamente 15875 personas que interrumpieron el tratamiento.

En otras palabras, en aproximadamente 99,2% de las personas iniciales, el tratamiento no resultó mostrar una mejoría convincente para continuar su utilización. Aun así, los 16 casos serían publicados de manera entusiasta como una prueba curativa de la sustancia y utilizados para hacer

publicidad del producto. Estas bastarían para impresionar a otras personas que buscan ayuda, sin conocer la existencia de las otras 15875 con una experiencia menos positiva. En este ejemplo, probablemente cualquier otra sustancia con un índice de eficacia similar habría ofrecido estadísticamente hablando los mismos resultados.

4. ANÁLISIS CRÍTICO DE (PRE-)PUBLICACIONES TÉCNICAS: APLICADO A UN EJEMPLO

Por la gran cantidad de publicaciones o *preprints* que no han pasado aún por las etapas necesarias de revisión anónimas en pares colegiados (*peer-reviewing* en inglés), es de una importancia extrema la lectura crítica y apropiada de toda documentación con fines de divulgación a un público general.

En esta sección, con fines ilustrativos y para finalizar este ensayo, se analiza de manera superficial, pero también mínimamente crítica, la información pública de un estudio realizado con la finalidad de determinar de la eficacia de la ingestión dióxido de cloro por vía oral para tratar a un grupo de 20 personas con COVID-19 (Carrione y Genesis Foundation, 2020).

Primero, se puede advertir que la plataforma del estudio (Carrione y Genesis Foundation, 2020) menciona explícitamente que la “seguridad y la validez científica de este estudio es responsabilidad del patrocinador del estudio y de los investigadores y este no ha sido evaluado por fuentes oficiales e independientes”.

Solo 20 personas que tienen COVID-19 forman parte del estudio. Desde el punto estadístico, esto está muy lejos de ser significativo. Por ejemplo, según estimaciones de la OMS en (World Health Organization, 2020b), aproximadamente el 80% de las personas (juntando todos los grupos de edad) se recupera de la enfermedad sin necesidad de un tratamiento hospitalario. Entonces, el estudio no explica cómo garantiza que la elección hecha de las 20 personas no contiene justamente las personas que de todas maneras se recuperarán sin tomar la sustancia estudiada o cualquier otra, al menos esto no está accesible en el informe del estudio.

Se observa también que, entre los pacientes excluidos del estudio, se encuentran aquellos con enfermedades cardíacas. En otras palabras, el grupo estudiado excluye a individuos de uno de los con mayor probabilidad de desarrollar una versión severa de la enfermedad (lo que refuerza la primera observación realizada).

Además, en las especificaciones descritas *online*, este se considera exitoso en una persona, si la prueba COVID 19 hecha sobre esta resulta ser negativa al cabo de 7 días. Pero, es justamente en ese período de tiempo que probablemente una gran parte de las personas del grupo de estudio ya se habría recuperado de todas maneras. Esto vuelve muy difícil poder establecer una relación causa-efecto sobre la efectividad del tratamiento. No se explica cómo se elimina este sesgo.

Finalmente, se observa que el estudio ha sido realizado de manera cuasiexperimental, o sea, sin requerir un procedimiento de aleatorización para la formación de los grupos de estudio y control, con la utilización de series temporales, pero renunciando al uso de un grupo de control, como los mismos autores escriben en la descripción del estudio.

Estudios cuasiexperimentales en estudios médicos pueden ser la única forma de realizar un estudio cuando no es posible un proceso de aleatorización, o si es preciso realizarlo en condiciones “naturales” (DiNardo, 2008; Harris *et al.*, 2006). En general, un estudio cuasiexperimental es justificable cuando este es más sencillo, más económico e incluso más ético de realizar que los estudios que exigen una aleatorización. Sin embargo, es importante no olvidar que estudios cuasiexperimentales son muy susceptibles de presentar confusión y sesgos, por ejemplo, como en este caso, en la selección o exclusión del grupo de pacientes. Además, el uso de un grupo no aleatorio puede comprometer su validez externa y no justificar la aplicabilidad de los resultados en otros casos.

La aleatorización en grupos es importante y característica en un estudio experimental. Este proceso tiene el potencial de identificar relaciones causa-efecto: saber si un determinado resultado observado en el experimento sobre el grupo es realmente atribuible al tratamiento y no a otros factores ajenos al tratamiento. En un estudio cuasiexperimental puede no ser posible demostrar de

manera convincente una relación causa-efecto (Hariton y Locascio, 2018; DiNardo, 2008; Harris *et al.*, 2006).

5. ADVERTENCIAS POR FUENTES OFICIALES SOBRE EL USO DEL MMS

A continuación, se indica una corta selección de advertencias por fuentes oficiales:

- Comunicado documentado sobre el dióxido de cloro del Comité Científico Nacional COVID (Ministerio de Salud - Bolivia, 2020).
- Productos Fraudulentos para el COVID-19 por la Administración para Alimentos y Medicamentos de E.E.U.U. (U.S. Food and Drug Administration, 2019a).
- Advertencia de la FDA. *The FDA warns consumers not to drink Miracle Mineral Solution and other sodium chlorite products* (U.S. Food and Drug Administration, 2019b).
- Advertencia del Instituto Federal Alemán de Evaluación de Riesgos. *BfR rät von der Einnahme des Produkts 'Miracle Mineral Supplement (MMS)' ab* (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2012).
- Advertencia de la Oficina Federal Austríaca de Seguridad en el Cuidado de la Salud. *Warnung vor Miracle Mineral Supplement MMS in der EU und Österreich* (Bundesamt für Sicherheit im Gesundheitswesen, 2020).
- Advertencia del Centro de Consumidores Alemán (2019). *Miracle Mineral Supplement (MMS): Erhebliche Gesundheitsgefahr* (Deutsche Verbraucherzentrale, 2020).
- Advertencia del Instituto Federal de Productos Farmacéuticos y Médicos. *Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte stuft zwei 'Miracle Mineral Supplement'-Produkte als zulassungspflichtig und bedenklich ein* (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, 2015).
- Advertencia de la FDA: *FDA Warns Seller Marketing Dangerous Chlorine Dioxide Products that Claim to Treat or Prevent COVID-19* (U.S. Food and Drug Administration, 2020).

6. CONCLUSIONES

En un análisis crítico de la amplia información científica disponible, avalada por personas expertas en este tema de la comunidad científica internacional, se concluye, que el uso de estos productos es potencialmente peligroso. Además del análisis realizado, las conclusiones están basadas en instituciones reconocidas y en el método científico.

El método científico es fundamental para la elaboración de modelos que describen la realidad mediante la formulación de hipótesis, teorías y predicciones que deben ser sometidas a procesos de refutación/validación basados en experimentos, datos, el uso de matemáticas y el razonamiento lógico entre otros. Sin embargo, la razón por sí sola es insuficiente para vivir, puesto que el ser humano y la sociedad necesita la intuición, las emociones, las sensaciones, las metáforas, las creencias, la esperanza y la fe. En medio de cualquier crisis, cada persona tomará decisiones en base a todos estos aspectos. No obstante, la falta de claridad, exactitud o transparencia en la transmisión de resultados científicos al público en general tiene el peligro que la confianza de éste en instituciones científicas se rompa. En tiempos de crisis fortificar esta confianza es necesario.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los revisores anónimos por la lectura minuciosa de este trabajo, así como sus comentarios y recomendaciones. Un agradecimiento muy especial va destinado a todo el equipo de *SC&T/IQ-Instruments* en Cochabamba por el ambiente de colaboración y divulgación científica brindado. La concepción e implementación de este documento no habrían sido posibles sin el incondicional apoyo y motivación de la familia a quienes la autora agradece profundamente.

REFERENCIAS

- ABC News. (2016). *Husband Says Fringe Church's 'Miracle Cure' Killed His Wife*. ABC News. Retrieved 22 November, 2020, from <https://abcnews.go.com/US/husband-fringe-churchs-miracle-cure-killed-wife/story?id=43081647>
- Abdel-Rahman, M. S., Couri, D., y Bull, R. J. (1982). Metabolism and Pharmacokinetics of Alternate Drinking Water Disinfectants. *Environmental Health Perspectives*, 46(19-23). <https://doi.org/10.1289/ehp.824619>

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (1998). *Toxic Substances Portal - Chlorine Dioxide and Chlorite*. Dióxido de Cloro y Clorito, TOXFAQs. Retrieved 22 November, 2020, from https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts160.html

Arkes, H. R., y Ayton, P. (1999). The Sunk Cost and Concorde Effects: are humans less rational than lower animals?, *Psychological Bulletin*, 125(5), 591-600. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.125.5.591>

Arnold, J., y Rushton, W. (2018, January). The mineral miracle disaster: accidental poisoning after use of 28% sodium chlorite solution resulting in methemoglobinemia and mild hemolytic anemia. *Clinical Toxicology*, 56(10), 941-942. <https://doi.org/10.1080/15563650.2018.1506610>

Arnstein, P., Broglio, K., Wuhrman, E., y Kean, M. B. (2011). Use of placebos in pain management. *Pain Management Nursing*, 12 (4): 225-9. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2010.10.033>

Atkins, P. W. (1986). *Fisicoquímica*. Addison Wesley.

Bathina, G., Yadla, M., Burri, S., Enganti, R., Prasad Ch, R., y Deshpande, P. (2013). An Unusual Case of Reversible Acute Kidney Injury Due to Chlorine Dioxide Poisoning. *Renal Failure*, 35(8), 1176-8. <https://doi.org/10.3109/0886022x.2013.819711>

BBC (2010). *Firms fined £350,000 for chlorine dioxide death*. BBC News. Retrieved 22 November, 2020, from <https://www.bbc.com/news/uk-england-leicestershire-11409491>

Bercz, J. P., Jones, L., Garner, L., Murray, D., Ludwig, D. A., y Boston, J. (1982). Subchronic toxicity of chlorine dioxide and related compounds in drinking water in the nonhuman primate. *Environmental Health Perspectives*, 46, 47-55. <https://doi.org/10.1289/ehp.824647>

Brenon-Audat, F., Busquet, C., y Mesnil, C. (1993). *Thermodynamique chimique*. Hachette: Paris.

Brocker, K. A., Nehls, K., Sohn, C., y Eichbaum, M. (2011). Massive Vaginal Epitheliolysis After Treatment of LSIL and Human Papilloma Virus with Chlorine Dioxide. *Geburtshilfe und Frauenheilkunde*, 71(6), 521-524. <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0030-1271145>

Brockway, L. O. (1933). The Three-Electron Bond in Chlorine Dioxide. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 19, (3), 303-307. <https://doi.org/10.1073/pnas.19.3.303>

Burke, D., Zakhary, B., y Pinelis, E. (2014). Acute Hemolysis Following an Overdose of Miracle Mineral Solution in a Patient with Normal Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase Levels. *CHEST Journal*, 146(4), 273A. <https://doi.org/10.1378/chest.1988668>

- Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2015). *Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte stuft zwei 'Miracle Mineral Supplement'-Produkte als zulassungspflichtig und bedenklich ein.* Retrieved 22 November, 2020, from <https://www.bfarm.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2015/pm3-2015.html>
- Bundesinstitut für Risikobewertung (2012). *BfR rät von der Einnahme des Produkts 'Miracle Mineral Supplement (MMS)' ab.* Retrieved 22 November, 2020, from <https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/bfr-raet-von-der-einnahme-des-produkts-miracle-mineral-supplement-mms-ab.pdf>
- Bundesamt für Sicherheit im Gesundheitswesen (2020). *Warnung vor Miracle Mineral Supplement MMS in der EU und Österreich.* Retrieved 22 November, 2020, from <https://www.basg.gv.at/warnung-vor-miracle-mineral-supplement-mms>
- Butler, T. (2017). The Jarisch–Herxheimer Reaction After Antibiotic Treatment of Spirochetal Infections: A Review of Recent Cases and Our Understanding of Pathogenesis. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 96(1), 46-52. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.16-0434>
- Carl Roth (2017). *Planillas de datos de seguridad para el Clorito de sodio (Traducido del alemán).* Carl Roth, Sicherheitsdatenblatt. Retrieved 22 November, 2020, from <https://www.carlroth.com/medias/SDB-4352-DE-DE.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyNzM5MDZ8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oZWUvaDZjLzZ5NDc4MTYyMDIyNzAucGRmfDkwY2UwMzk4Zjk0NGI2NTMyY2Q3NzJhN2M2MWU5OTk5ZGZIN2YzYWU4MTlhMjI5NWJiMjIwZ>
- Carrione, E. I., y Genesis Foundation (2020). Determination of the Effectiveness of Oral Chlorine Dioxide in the Treatment of COVID 19. *ClinicalTrials.gov Identifier: NCT04343742.* <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT04343742?term=chlorine+dioxide&draw=2&rank=1>
- Chaplin, S. (2006). The placebo response: an important part of treatment. *Prescriber*, 17 (5): 16–22. <https://doi.org/10.1002/psb.344>
- Children's hospital of Philadelphia (2019). *Dangerous Trend: Chlorine Dioxide and Autism.* Center for Injury Research and Prevention. Retrieved 22 November, 2020, from <https://injury.research.chop.edu/blog/posts/dangerous-trendchlorine-dioxide-and-autism>
- U.S. Department of Health and Human Services (2004). *Toxicological profile for chlorine dioxide and chlorit.* Retrieved 22 November, 2020, from <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp160.pdf>

- Departamento de Salud y Servicios para Personas Mayores de New Jersey (2005). *Hoja de informaciones sobre sustancias peligrosas*. Retrieved 22 November, 2020, from <https://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0368sp.pdf>
- Dhakal, A., y Sbar, E. (2020, November 20). Jarisch-Herxheimer Reaction: a review. *StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing*. PMID: 32491752 NBK557820
- Deutsche Verbraucherzentrale (2020). *Miracle Mineral Supplement (MMS): Erhebliche Gesundheitsgefahr*. Retrieved 22 November, 2020, from <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/miracle-mineral-supplement-mms-erhebliche-gesundheitsgefahr-11044>
- DiNardo, J. (2008). Natural Experiments and Quasi-Natural Experiments. In: *Palgrave Macmillan (eds) The New Palgrave Dictionary of Economics*. Palgrave Macmillan, London. https://doi.org/10.1057/978-1-349-95121-5_2006-1
- Dobson, S., y WHO (2002). *Chlorine Dioxide (Gas)*. International Chemical Assessment Document 37. Retrieved 22 November, 2020, from <https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad37.pdf>
- Edgar, A., y Salek, S. (2002). *Pharmaceutical Ethic*. Wiley, 1st Ed
- Enck, P., Klosterhalfen, S., Weimer, K., Horing, B., y Zipfel, S. (2011). The placebo response in clinical trials: more questions than answers. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 366(1572), 1889-1895. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0384>
- Environmental Paper Network (2018). *The state of the global paper industry*. Executive Summary. Retrieved 22 November, 2020, from https://environmentalpaper.org/wp-content/uploads/2018/04/StateOfTheGlobalPaperIndustry2018_FullReport-Final-1.pdf
- ERCO worldwide (2020). *Safety Data Sheet*. ERCO worldwide. Retrieved 22 November, 2020, from <http://www.ercoworldwide.com/wp-content/uploads/SDSC-Chlorine-Dioxide-Solution.pdf>
- Everitt, B.S. (2002), *The Cambridge Dictionary of Statistics*, CUP. ISBN 0-521-81099-X
- Fair Warning (2019). *There's Been an Uptick in the Use of the Crackpot Cure, Miracle Mineral Solution*. Fair Warning. News of public health, consumer and environmental issues. Retrieved 22 November, 2020, from <https://www.fairwarning.org/2019/09/theres-been-an-uptick-in-the-use-of-the-crackpot-cure-miracle-mineral-solution/>
- Flesch, R., Plenge, J., y Rühl, R. (2006). Core-level excitation and fragmentation of chlorine dioxide. *International Journal of Mass Spectrometry*, 249-250, 68-76. <https://doi.org/10.1016/j.ijms.2005.12.046>

- Gebhardtova, A., Vavrinec, P., Vavrincova-Yaghi, D., Seelen, M., Dobisova, A., Flassikova, Z., Cikova, A., Henning, R., y Yaghi, A. (2014). A Case of Severe Chlorite Poisoning Successfully Treated with Early Administration of Methylene Blue, Renal Replacement Therapy, and Red Blood Cell Transfusion. *Medicine*, 93(9), p. e60. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000000060>
- Gefährdung durch (2010). *Gemeinsames Giftinformations-zentrum*. Gefährdung durch "Miracle Mineral Supplement" MMS. Retrieved November 22, 2020, from <https://www.ggiz-erfurt.de/aktuelles-detail/miracle-mineral-supplement.html>
- Gilovich, T. D., Griffin, D., y Kahneman, D. (2002). *Heuristics and Biases: The Psychology of Intuitive Judgment*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Hagiwara, Y., y Inoue, N. (2015). First Case of Methemoglobinemia Caused by a ClO₂-based Household Product. *Pediatrics International*, 57(6), 1182-3. <https://doi.org/10.1111/ped.12708>
- Hariton, E., y Locascio, J. J. (2018). Randomised controlled trials - the gold standard for effectiveness research. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 125(13), 1716-1716. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.15199>
- Harrington, R. M., Romano, R. R., Gates, D., y Ridgway, P. (1995). Subchronic Toxicity of Sodium Chlorite in the Rat. *Journal of the American College of Toxicology*, 14(1), 21-33. <https://doi.org/10.3109/10915819509008678>
- Harris, A. D., McGregor, J. C., Perencevich, E. N., Furuno, J. P., Zhu, J., Peterson, D. E., y Finkelstein, J. (2006). The use and interpretation of quasi-experimental studies in medical informatics. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 13(1), 16-23. <https://doi.org/10.1197/jamia.M1749>
- Hulshof, P.B. J.E., Veenstra, J., y van Zwieten, R. (2018, September 19). Severe Hemolytic Anemia Due to Transient Acquired G6PD Deficiency After Ingestion of Sodium Chlorite. *Clinical Toxicology*, 57(1), 65-66. <https://doi.org/10.1080/15563650.2018.1491984>
- In Bailar, J. C. (1953). Chlorine (IV) Oxide. *Inorganic syntheses: Volume 4.*, 152-158.
- Jim, H., y Lloyd, C. (1998). *Ein gesundes Leben mit MMS* (Vol. ISBN: 9789088791758). Jim Humble Verlag.
- Kalcker, A. L. (2017). *Gesundheit verboten* (1st ed., Vol. ISBN: 978-9088791567). Humble, Jim Verlag.
- Levine, I. N. (1981). *Fisicoquímica*. McGraw-Hill: Bogotá.
- Lim, J. L., y Lim, P. K. (2009). Acute Sodium Chlorite Poisoning Associated with Renal Failure. *Renal failure*, 15, 645-8. <https://doi.org/10.3109/08860229309069417>

- Loh, J. M., y Shafi, H. (2014). Kikuchi-Fujimoto disease presenting after consumption of 'Miracle Mineral Solution' (sodium chlorite). *BMJ case reports* 2014. <https://doi.org/10.1136/bcr-2014-205832>
- Ma, J. W., Huang, B. S., Hsu, C. W., Peng, C. W., Cheng, M. L., Kao, J. Y., Way, T. D., Yin, H. C., y Wang, S. S. (2017). Efficacy and Safety Evaluation of a Chlorine Dioxide Solution. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14, 329. <https://doi.org/10.3390/ijerph14030329>
- MedWatch der Rechercher verschieben (2019). *Tribunal Federal Alemán de Justicia confirma sentencia de prisión para vendedores de MMS. Bundesgerichtshof bestätigt Haftstrafe für MMS Verkäufer.* MedWatch. Retrieved 22 November, 2020, from <https://medwatch.de/2019/07/23/erloese-von-350-000-euro-bundesgerichtshof-bestaetigt-haftstrafe-fuer-mms-verkaeufer/>
- Mieli, A. (1945). *Volta y el desarrollo de la electricidad*. Espasa Calpe: Buenos Aires.
- Ministerio de salud – Bolivia (2020). *Comunicado documentado sobre dióxido de cloro*. Retrieved 22 November, 2020, from <https://www.minsalud.gob.bo/images/Descarga/covid19/COM-Dioxi-DOC.pdf?fbclid=IwAR3XXueEECYJ8kfKaZEdjqJj7gxvR6VhFHYWmKN-I7RrI36CuiT213OdL18>
- Moore, G. S., y Calabrese, E. J. (1980a). The effects of chlorine dioxide and sodium chlorite on erythrocytes of A/J and C57L/J mice. *Journal of Environmental Pathology and Toxicology*, 4(2-3), 513-524. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7462915/>
- Moore, G. S., y Calabrese, E. J. (1980b). G6PD-deficiency: A Potential High-Risk Group to Copper and Chlorite Ingestion. *Journal of Environmental Pathology and Toxicology*, 4(2-3), 271-279.
- Moore, G. S., Calabrese, E. J., Di Nardi, S. R., y Tuthill, R. W. (1978). Potential Health Effects of Chlorine Dioxide as a Disinfectant in Potable Water Supplies. *Medical Hypotheses*, 4(5), 481-496. [https://doi.org/10.1016/0306-9877\(78\)90017-8](https://doi.org/10.1016/0306-9877(78)90017-8)
- National Institute of Standards and Technology (2018). *Chlorine dioxide*. NIST Chemistry WebBook. Retrieved 22 November, 2020, from <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=10049-04-4>
- Nguyen, V., Hoffman, R. S., y Nelson, L. S. (2014). Chlorine dioxide from a dietary supplement causing hemolytic anemia. *Clinical Toxicology*, 52, 323. <https://doi.org/10.3109/15563650.2014.906213>

- Nicolas, F.D. A.A., Mesonero, R., Molero, V., Nieto, M., Herreros, C., Ruiz, A., y Murillo, E.D.E. (2016). Irritant contact dermatitis from 'miracle mineral solution'. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 74(5), 2757. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2016.02.362>
- Nisbert, R. E., y Wilson, T. D. (1977). The halo effect: Evidence for unconscious alteration of judgments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 35(4), 250-256. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.35.4.250>
- Nishikori, R., Nomura, Y., Sawajiri, M., Masuki, K., Hirata, I., y Okazaki, M. (2008). Influence of chlorine dioxide on cell death and cell cycle of human gingival fibroblasts, *Journal of Dentistry*, 36(12), 993-998. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2008.08.006>
- Ogata, N., y Shibata, T. (2008). Protective effect of low-concentration chlorine dioxide gas against influenza A virus infection. *Journal of General Virology*, 88(1), 60-67. <https://doi.org/10.1099/vir.0.83393-0>
- Oswald, A. (2020). *Das neue MMS Handbuch - Gesundheit in eigener Verantwortung* (9th ed., Vol. ISBN 978-3-9815255-0-2). Peter Daniel Verlag.
- Pauling, L. (1988). *General chemistry*. Mineola, NY: Dover Publications.
- Patat (2011). Intoxication aiguë après ingestion de Solution Minérale Miracle (MMS) à base de chlorite de sodium. *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*, 24(2), 109. <https://doi.org/10.1016/j.jpp.2010.12.003>
- Petrucci, R. H. (2017). *Química general: Principios y aplicaciones modernas*. Madrid: Pearson Educación
- Rivera, K. (2013). *Healing the Symptoms Known as Autism* (2nd ed., Vol. ISBN: 0989289044, 9780989289047). Amazon Digital Services LLC - KDP Print US.
- Romanovsky, A., Djogovic, D., y Chin, D. (2013). A case of sodium chlorite toxicity managed with concurrent renal replacement therapy and red cell exchange. *Journal of Medical Toxicology*, 9(1), 67-70. <https://doi.org/10.1007/s13181-012-0256-9>
- Sarrazin, J., y Verdaquer, M. (1989). *L'oxydoréduction*. Ellipse: Paris.
- Sisler, H. H., Vanderwerf, C. A., y Davidson, A. W. (1959). *General Chemistry. A systematic approach*. Macmillan: Nueva York.
- Stigler, S. M., (1997). Regression toward the mean, historically considered. *Statistical Methods in Medical Research*, 6 (2): 103-114. PMID 9261910. <https://doi.org/10.1191/096228097676361431>

- Swadle, T. W. (1997). *Inorganic chemistry: an industrial and environmental perspective* (ISBN 0-12-678550-3 ed.). Academic Press. pp. 198-199.
- Taylor, J. B. (2010). *Toxicological Profile for Chlorine Dioxide* (Vol. ISBN 1437930794, 9781437930795). DIANE Publishing.
- Umweltbundesamt Deutschland (2011). *Límite para la utilización de dióxido de cloro como desinfectante para el agua potable en Alemania (Traducido del alemán)*. Umweltbundesamt. Retrieved 22 November, 2020, from https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/dokumente/trinkwasserdeseinfektion_pruefung_der_wirksamkeit_von_desinfektionsmitteln.pdf
- U.S. Environmental Protection Agency (2000). *Toxicological Review: Chlorine Dioxide and Chlorite*. U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC. Retrieved 22 November, 2020, from https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0648tr.pdf
- U.S. Food and Drug Administration (2019a). *Fraudulent Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Products*. Retrieved 22 November, 2020, from <https://www.fda.gov/consumers/health-fraud-scams/fraudulent-coronavirus-disease-2019-covid-19-products>
- U.S. Food and Drug Administration (2019b). *Danger: Don't Drink Miracle Mineral Solution or Similar Products*. Retrieved 22 November, 2020, from <https://www.fda.gov/consumers/consumer-updates/danger-dont-drink-miracle-mineral-solution-or-similar-products#:~:text=The%20FDA%20warns%20you%20not,products%20can%20make%20you%20sick.&text=If%20you're%20drinking%20%E2%80%9CMiracle,sodium%20chlorite%20products%2C%20stop%20now>
- U.S. Food and Drug Administration (2020). *FDA Warns Seller Marketing Dangerous Chlorine Dioxide Products that Claim to Treat or Prevent COVID-19*. Retrieved 22 November, 2020, from <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/coronavirus-covid-19-update-fda-warns-seller-marketing-dangerous-chlorine-dioxide-products-claim>
- Upton, G., y Cook, I. (2006) *Oxford Dictionary of Statistics*, OUP. ISBN 978-0-19-954145-4
- Vogt, H., Balej, J., Bennett, J. E., Wintzer, P., Sheikh, S. A., Gallone, P., Vasudevan, S., y Pelin, K. (2010). *Chlorine Oxides and Chlorine Oxygen Acids*. onlinelibrary.wiley.com. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14356007.a06_483.pub2
- Williams, S. R., Dawling, S., y Seger, D. L. (2009). Severe hemolysis in pediatric case after ingestion of Miracle Mineral Solution. *Clinical Toxicology*, 47(7), 737. <https://doi.org/10.1080/15563650903076924>
- World Health Organization (2020a). *Guidelines on the implementation of the WHO certification scheme on the quality of pharmaceutical products moving in international commerce*. WHO,

Access to Medicines, Vaccines and Pharmaceuticals. Retrieved 22 November, 2020, from https://www.who.int/medicines/areas/quality_safety/regulation_legislation/certification/guidelines/en/

World Health Organization (2020b). *Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19)*. Organización Mundial de la Salud. Retrieved 22 November, 2020, from <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>

Fuentes de financiamiento: Durante todas las etapas de elaboración de este trabajo la autora fue sostenida económicamente por Förderungen des AMS-Wien del gobierno austriaco.

Declaración de conflicto de intereses: La autora declara que no tiene ningún conflicto de interés.

Copyright (c) 2021 Mélanie Maldonado



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento—remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)