

Innovación para la enseñanza de la Química

PRODUCTOS QUÍMICOS DE USO DOMICILIARIO. MITOS Y REALIDADES

Marcela F. Medina¹, Patricia Rojas², Gerardo R. Argañaraz³, Mónica I. Rodríguez⁴, Cristina Torres⁵

Cátedras de ¹Biología, ²Farmacoquímica, ³Química General, ⁴Química Analítica III, ⁵Química Inorgánica. Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia-Universidad Nacional de Tucumán. Ayacucho 471-4000. Tucumán, Argentina.

E-mail: maria.torres@fbqf.unt.edu.ar

Recibido: 28/07/2020. Aceptado: 07/08/2020.

Resumen. En el presente trabajo se describen el alcohol etílico, el hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno, productos químicos de alto uso domiciliario, por su acción antiséptica y/o desinfectante, incentivado por el contexto del brote del virus SARS-CoV-2 que produce la COVID-19 y hoy transformada en pandemia. Se exponen argumentos científicos que refutan creencias populares de estos productos que pueden representar un riesgo para la salud. Con este aporte se pretende llegar a criterios unificados en relación al uso y al manejo seguro de los mismos, especialmente de productos y/o mezclas que contengan sustancias corrosivas, tóxicas o inflamables, promoviendo así, una cultura de seguridad química en los hogares.

Palabras clave. químicos de uso domiciliario, mitos, alcohol etílico, hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno.

Chemical products for home use. Myths and realities

Abstract. This work describes the high household use of ethanol, sodium hypochlorite, and hydrogen peroxide as antiseptics and/or disinfectants by the pandemic context of the SARS-CoV-2 virus (COVID-19). The objective of this work is to present scientific arguments that refute the popular beliefs concerning the inadequate use of these products which represent a health risk are presented. This contribution pretends to unifier criteria about the safe use and handling at the home of corrosive, toxic, or flammable substances, alone or in mixtures to promote a culture of chemical safety in homes.

Key words. use of chemicals at home, myths, ethanol, sodium hypochlorite, hydrogen peroxide.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha ampliado la gama de productos químicos que se utilizan en forma cotidiana con el fin de mejorar nuestra calidad de vida. La pandemia por COVID-19 ha puesto de manifiesto la importancia vital de la higiene, del saneamiento y de un acceso adecuado a agua limpia para prevenir y controlar las enfermedades (Organización de las Naciones Unidas, 2020). En este contexto, hay sustancias químicas que se usan con mayor frecuencia en nuestros hogares y cada una de ellas posee



propiedades fisicoquímicas que condicionan su uso y la probabilidad de generar riesgo para la salud.

Las prácticas de higiene y saneamiento se remontan a 7.000 años con las civilizaciones de romanos, egipcios, griegos y babilonios. En relación a esta última civilización, se encontraron documentos que describen la mezcla de grasas hervidas con cenizas poniendo de manifiesto el origen del jabón. En el siglo II d. C. Galeno, médico griego, fue el primero en demostrar la importancia del uso del jabón para la higiene personal como medio curativo (Romero y Huesca y col., 2017). Durante el siglo XIX Louis Pasteur fue quien inauguró la era microbiana y logró sentar los principios científicos que permitieron la obtención de vacunas. Joseph Lister llevó los descubrimientos de Pasteur al campo de la cirugía surgiendo así, la asepsia y la antisepsia. Mientras la asepsia es la técnica que permite eliminar todo microbio del material quirúrgico, la antisepsia es la técnica que permite eliminar los microbios patógenos capaces de producir enfermedades en los quirófanos, salas de hospital o en las heridas. Otras brillantes contribuciones de este siglo fueron el descubrimiento de microorganismos productores de algunas enfermedades realizado por Koch, y las investigaciones de Von Behring sobre los mecanismos de defensas de organismos animales frente a microorganismos que condujeron al desarrollo de la inmunología. De esta manera, se establecieron nuevas formas de proteger, preservar y restablecer la salud (Von Behring y Santiago, 2004).

A nivel doméstico, y frente a la situación actual de pandemia por COVID-19 se ha puesto de manifiesto un aumento en la frecuencia de uso de productos químicos con propiedades antisépticas, desinfectantes y sanitizantes. Algunos de ellos son empleados solos o mezclados sin tener en cuenta que el uso inadecuado pone en peligro la salud.

Existe una creencia popular que tiende a usar indistintamente los términos como antiséptico, desinfectante y sanitizante, sin embargo, los conceptos son diferentes. El antiséptico es una sustancia que inhibe el crecimiento o destruye microorganismos sobre tejido vivo. El desinfectante es un compuesto que ejerce la misma acción (inhibir el crecimiento o destruir microorganismos) sobre superficies u objetos inanimados (Benedí, 2005; López González y col., 2014; Diomedi y col., 2017), mientras que el sanitizante reduce la mayoría de los microorganismos del medio ambiente y objetos inanimados hasta el punto en que no generen un riesgo para la salud (Diomedi y col., 2017).

En Argentina, el control de productos de uso domiciliario está regulado por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). Este organismo tiene por objetivos principales el registro, la fiscalización y la vigilancia de sustancias químicas con la finalidad de garantizar a la población la eficacia, seguridad y calidad de los productos que la misma consume. Así, todas las empresas elaboradoras, fraccionadoras, e importadoras están obligadas a registrar los establecimientos y los productos a comercializar, de acuerdo a la normativa legal y técnica establecida. La ANMAT exige que el almacenamiento y el empleo seguro de los productos químicos respeten el cumplimiento de las

recomendaciones consignadas en sus rótulos o etiquetas (ANMAT, 2020), debiendo ser tenidas en cuenta antes de adquirirlos.

Con el propósito de abordar algunas creencias populares sobre el uso domiciliario de productos químicos, en el presente trabajo se describen alcohol etílico, hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno con el fin de incentivar criterios unificados en relación al uso y al manejo seguro de los mismos, promoviendo así una cultura de seguridad química en los hogares.

PRODUCTOS QUÍMICOS DE USO DOMÉSTICO

Alcohol etílico

El término alcohol proviene del vocablo árabe al-kuhl, que significa lo más fino, lo más depurado. La historia del etanol se remonta a fines del siglo XVIII cuando Johann Tobias Lowitz (químico ruso-alemán) obtuvo etanol puro por primera vez y fue Antoine Lavoisier (químico francés) quien determinó que el etanol está formado por carbono, hidrógeno y oxígeno; y a principios del siglo XIX, Nicolas-Théodore de Saussure determinó su fórmula química. A mediados del siglo XIX, otro paso fundamental en la historia del etanol, fue la determinación de su fórmula estructural por el químico escocés Archibald Scott Couper.

El alcohol etílico o etanol (C_2H_6O) es un líquido límpido e incoloro, de olor etéreo y de sabor ardiente. Es soluble en agua y su temperatura de ebullición es de 78,4°C. Los alcoholes son volátiles e inflamables, por lo que deben ser almacenados en lugares frescos y ventilados.

El reconocimiento de las propiedades del alcohol etílico para uso medicinal se remonta a la antigüedad, siendo usado como antiséptico y como anestésico general. Este último uso se mantuvo hasta el advenimiento de los nuevos fármacos.

En la actualidad, es habitualmente usado para desinfección y antisepsis de la piel a una concentración de 96° (95% v/v). Sin embargo, la mayor actividad antimicrobiana la presenta la concentración al 70% (v/v) en agua destilada. La creencia de que "a mayor concentración mayor poder de acción", es un mito. Ambas concentraciones de alcohol actúan mediante los mismos mecanismos produciendo precipitación y desnaturalización de proteínas, y también lesionando la membrana citoplásmica de microorganismos. La precipitación y desnaturalización de proteínas depende de la concentración de agua en la solución alcohólica. Así, el alcohol etílico al 95% provoca deshidratación en la célula microbiana, de manera que impide su penetración en la misma. Mientras, el alcohol al 70% (v/v), por la mayor presencia de agua, logra una mejor penetración en los microorganismos desorganizando la estructura lipídica de la membrana con la consiguiente lisis celular, lo que le confiere una mayor eficacia antiséptica (Benedí, 2005; López González y col., 2014; Diomedi y col., 2017).

Estudios demostraron que tanto la solución alcohólica al 70% (v/v), como así también en forma de gel, tienen la capacidad de reducir en un 99,7% la concentración microbiana de la piel de las manos. Su acción es rápida, no mancha ni deja mal olor y su efecto residual puede permanecer por varias

horas (Diomedi y col., 2017). Otro uso es como desinfectante de superficies pequeñas, pero no se recomienda para limpieza de pisos, ya que es altamente inflamable.

El origen del alcohol en gel como antiséptico para manos surgió en el año 1966 en Estados Unidos, ante la imposibilidad de tener disponible agua y jabón para cada nuevo paciente en un centro asistencial. Su uso se intensificó durante la Gripe A en el 2009 y en el 2020, ante el contexto de pandemia, es uno de los productos más buscados y de fundamental importancia para prevenir la transmisión de la COVID-19 <http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000001882cnt-20200403-recomendaciones-productos-limpieza-domiciliaria.pdf>.

En la Farmacopea Argentina se indica cómo se puede preparar alcohol al 70 % (v/v). A partir de una tabla de diluciones de alcohol etílico en la que se indica que se debe agregar 40,85 mL de agua destilada a 100 mL de alcohol al 95% (v/v) para preparar alcohol al 70% (v/v) http://www.anmat.gov.ar/webanmat/fna/flip_pages/Farmacopea_Vol_IV/files/assets/basic-html/page414.html.

Un aporte de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán es un video sobre buenas prácticas para la preparación y uso de alcohol al 70% (v/v), elaborado por el Consejo de Extensión y destinado a la comunidad en general <http://www.fbqf.unt.edu.ar/video/slider/alcohol-70-domestica.mp4>.

Con el brote del virus SARS-CoV-2 que produce la COVID-19, surgido en Wuhan (China) en diciembre de 2019 y hoy transformado en pandemia, surgieron mitos difundidos por las redes sociales que carecen de fundamento científico. Uno de ellos menciona que “el consumo de bebidas alcohólicas destruye el virus que causa la COVID-19” y otro expresa que “si se consumen bebidas alcohólicas de alta graduación es posible matar al virus en el aire inhalado” (Aguilera, 2020). Sin embargo, las bebidas alcohólicas no previenen ni destruyen el virus y tampoco aportan beneficios en una alimentación saludable (Mendez, Padilla y Lanza, 2020). Otro mito es “la asociación de alcohol etílico con lavandina para potenciar la acción desinfectante”. Sin embargo, esta mezcla produce una reacción química que libera gases clorados (cloroformo y ácido clorhídrico) muy tóxicos, y disminuye la estabilidad de la lavandina y el poder desinfectante de ambos (Diomedi y col., 2017; Talavera Bustamante y Menéndez Cabezas, 2020).

Hipoclorito de sodio (lavandina)

Haciendo un poco de historia, a mediados del siglo XVIII, fue el químico Claude Louis, conde Berthollet, quien caracteriza las propiedades decolorantes que posee el cloro y diseña un procedimiento para blanquear telas utilizando una solución de hipoclorito de sodio. Es reconocido como el inventor de la lejía, también llamada agua de Javel. Aunque, las propiedades desinfectantes fueron encontradas a fines del siglo XVIII por el médico Pierre-François Percy y el farmacéutico Antoine Germain Labarraque.

Una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) es la lavandina; pertenece a la familia de los compuestos halogenados y su principio activo es el cloro. El mismo, a temperatura ambiente es un gas de color amarillo verdoso, dos veces y media más pesado que el aire y tiene un olor sofocante intensamente desagradable.

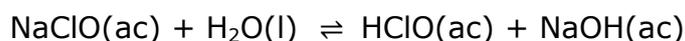
La lavandina es un poderoso agente oxidante, blanqueador, desodorizante, desinfectante y de bajo costo. Se debe almacenar preferentemente a temperatura inferior a 25 °C, ya que a temperaturas superiores el NaClO, se descompone disminuyendo su estabilidad (Diomedi y col., 2017). Además, se debe conservar en envases inactivos bien cerrados <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/213814/20190821>; http://www.cda.org.ar/detalle_normativa.php?id=2092.

Los compuestos clorados se usan a nivel industrial y para el tratamiento de las aguas. Para uso doméstico, la concentración del cloro activo (expresada como NaClO) se comercializa entre 2,5 y 8% (p/v) (g de cloro activo/100 mL de solución). En relación a la prevención de la Covid-19 se recomienda una concentración 0,05% (p/v) para la desinfección de superficies. Teniendo en cuenta que en el mercado existen diferentes concentraciones, es importante leer el rótulo de los envases de lavandina antes de realizar la dilución. Por ejemplo, si la lavandina tiene una concentración de 55 g Cl/L se debe usar 10 mL de solución comercial para preparar 1 L de solución diluida. En cambio, si la concentración es de 25 g Cl/L se debe usar 20 mL de solución comercial para preparar 1 L de solución al 0,05% (p/v).

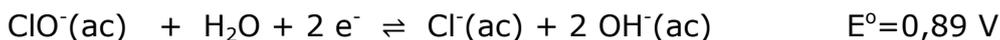
Un aporte de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán, en este tiempo de pandemia, es un video elaborado por el Consejo de Extensión sobre buenas prácticas para preparar la dilución de uso doméstico de la lavandina, destinado a la comunidad en general <http://www.fbqf.unt.edu.ar/video/slider/lavandina-domestica.mp4>.

La mezcla de lavandina con otros productos químicos para potenciar el efecto y lograr mejores resultados constituye un mito. El uso asociado no sólo contrarresta el efecto buscado, sino que además es perjudicial para la salud. Así, por ejemplo, "la mezcla de lavandina con detergente" produce la pérdida de la acción desinfectante de la lavandina debido a que la misma oxida al detergente liberando cloro gaseoso, que es extremadamente tóxico. Una reacción similar se produce al "mezclar con vinagre (solución diluida al 5% de ácido acético)" (Talavera Bustamante y Menéndez Cabezas, 2020). Otra creencia es "diluir la lavandina con agua caliente o tibia hace más eficiente su acción", sin embargo, la dilución en esta condición produce vapores tóxicos (Diomedi y col., 2017).

El poder desinfectante de la solución de hipoclorito de sodio radica en su capacidad de oxidación. En presencia de agua el NaClO, reacciona para dar ácido hipocloroso (HClO), según las siguientes reacciones:



El HClO posee mayor potencial normal de reducción (E^0) medido en voltios (V) que el ClO^- ; y por lo tanto, es más activo como desinfectante:



La acción desinfectante del HClO depende del pH del medio. En medio alcalino, prevalece la forma iónica dissociada (estable y menos activa). En medio ácido o neutro predomina la forma ácida no dissociada (inestable y más activa). Las moléculas no polares se disuelven mejor en las membranas que las polares, teniendo mayor poder germicida el HClO que el ion ClO^- .

Sobre los microorganismos, el hipoclorito de sodio actúa atravesando la membrana plasmática, que es de naturaleza fosfolipídica, y oxidando enzimas que contienen grupos sulfhidrilo ($-\text{SH}$). Una de las enzimas afectadas es la succinato deshidrogenasa que interviene en el Ciclo de Krebs, cuando ésta enzima se oxida inhibe los mecanismos celulares de obtención de energía (Diomedi y col., 2017).

Es aconsejable para una eficiente desinfección, que las superficies ambientales estén libres de materia orgánica ya que ésta inactiva al NaClO. Una norma de seguridad es ventilar los ambientes durante su uso.

Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada)

A principios del siglo XIX, el químico y farmacéutico Louis Jacques Thénard describió el proceso de obtención del peróxido de hidrógeno a partir de peróxido de bario con ácido nítrico. Una versión mejorada de este proceso, que lleva su nombre, usa ácido clorhídrico, luego la adición de ácido sulfúrico para precipitar el subproducto de sulfato de bario. A fines del siglo XIX, el químico alemán Richard Wolffenstein obtuvo por primera vez peróxido de hidrógeno puro mediante un proceso de destilación al vacío (Wolffenstein, 1894). En 1892 el fisicoquímico italiano Giacomo Carrara fue quien determinó la masa molecular del peróxido de hidrógeno mediante el descenso crioscópico, confirmando que su fórmula molecular es H_2O_2 . Otro paso fundamental en la historia del peróxido de hidrógeno fue la determinación de su estructura molecular por el físico matemático inglés William Penney y el físico escocés Gordon Sutherland (Penney y Sutherland, 1934).

En la década de 1910, el H_2O_2 comenzó a emplearse con fines medicinales. Durante la 1ª Guerra Mundial los médicos usaron inyecciones intravenosas de peróxido de hidrógeno para tratar la neumonía y combatir la epidemia que estalló poco después de la guerra. En la 2ª Guerra Mundial su uso permitió controlar infecciones y gangrena de los heridos, disminuyendo así, el número de amputaciones.

La solución de peróxido de hidrógeno o agua oxigenada es un líquido límpido, incoloro, inodoro, con sabor ligeramente amargo. Se descompone en forma espontánea a temperatura ambiente en contacto con sustancias oxidables, algunos metales, y también frente al calor. En presencia de luz se desproporciona en oxígeno y agua, debido a esta inestabilidad se debe almacenar en recipientes inactínicos de cierre perfecto y a temperatura ambiente (Benedí, 2005).

La concentración del H₂O₂ se expresa en volúmenes, que representa el volumen de oxígeno en condiciones normales que puede producir un volumen de agua oxigenada. Por ejemplo, el H₂O₂ al 3% (p/v) o 10 volúmenes es aquella que produce 10 L de oxígeno en condiciones normales a partir de 1 L de agua oxigenada.

El H₂O₂ tiene diversos usos, uno muy conocido es su empleo en cosmética en concentraciones al 6% (p/v) (20 volúmenes) o al 9% (p/v) (30 volúmenes). En la industria se usa en concentraciones superiores al 30% (p/v) (110 volúmenes) para blanquear telas y pasta de papel; y en particular, en la industria alimentaria para blanquear quesos, carnes, y también en la elaboración de aceites vegetales. En estas concentraciones el agua oxigenada es muy tóxica por lo que no se debe ingerir, inhalar, o entrar en contacto con la piel o los ojos.

Para uso medicinal se emplean las soluciones de peróxido de hidrógeno estabilizadas al 3% (p/v) (10 volúmenes) y 6% (p/v) (20 volúmenes) con una acción antiséptica para limpiar heridas, detener hemorragias pequeñas (hemostático débil) y desprender apósitos adheridos e impregnados de sangre. Por ser un agente oxidante de acción muy breve su uso ha sido superado por otros productos, a pesar de ello, aún se utiliza en hospitales. En relación a la prevención de la Covid-19 se recomienda el uso en una concentración al 0,5% (p/v).

Para preparar una solución de H₂O₂ de concentración deseada (solución final), se aplica la siguiente fórmula partiendo de un producto comercial de concentración conocida:

$$V_i = \frac{C_f \cdot V_f}{C_i}$$

Donde:

V_i (Volumen inicial) es la cantidad de H₂O₂ de concentración conocida.

V_f (Volumen final) es el volumen que tendrá la solución final.

C_f (Concentración final) es la concentración deseada de la solución a preparar.

C_i (Concentración inicial) es la concentración de H₂O₂ comercial.

El H₂O₂ es efectiva para la desinfección, no es corrosiva y no deja residuos. Se la emplea al 3% (p/v) diluida en igual proporción con agua sobre diferentes superficies (baños, lavamanos y pisos) y mezclada en igual proporción con vinagre para la desinfección de tablas de picar, potenciando su acción.

Respecto a su mecanismo de acción, se ha demostrado que produce iones hidroxilo y radicales libres que actúan oxidando componentes esenciales del microorganismo (lípidos, proteínas y ADN). Además, libera oxígeno por acción de las catalasas tisulares, incrementando su concentración y poniendo de manifiesto sus propiedades germicidas, viricidas, antisépticas, desinfectantes y desodorizantes (Benedí, 2005; Diomedi y col., 2017).

Las células de organismos animales, en condiciones fisiológicas, generan peróxido de hidrógeno en bajas concentraciones (10^{-7} M) como producto secundario de la cadena de transporte de electrones (cadena respiratoria) en las mitocondrias. Si se incrementa dicha concentración, es tóxica para las células (Chance y col., 1979). En los glóbulos blancos el peróxido de hidrógeno cumple una función de defensa frente a microorganismos.

La miel de abejas es un producto natural que contiene peróxido de hidrógeno proporcionado en forma continua por la enzima peroxidasa que se encuentra en alta concentración. Es por ello que cuando la miel es aplicada en heridas actúa como un antibacteriano fisiológicamente no tóxico (Lusby, Coombes y Wilkinson, 2002).

Algunas creencias populares que circulan de una generación a otra, afirman que la acción desinfectante se potencia "mezclando agua oxigenada con lavandina". Sin embargo, en esta asociación se forman cloratos y, por la reacción exotérmica podría ocurrir una explosión (Talavera Bustamante y Menéndez Cabezas, 2020). Otro mito, está relacionado con el "uso frecuente para blanquear los dientes". Su empleo, sin supervisión odontológica no es aconsejable, ya que por su potente acción oxidante elimina la flora que es necesaria para la salud bucal (Cahuantico Carhuapoma, Cheng Abusabal, Noborikawa Kohatsu y Tay, 2016).

CONCLUSIÓN

En el actual contexto de Covid-19 y especialmente en el ámbito doméstico se ha incrementado el uso y con él, los mitos relacionados con productos químicos como alcohol etílico, hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno.

La cultura de seguridad química en los hogares tiene una mirada holística donde la educación desempeña un rol fundamental como el medio más efectivo de transformación que posee la sociedad. Esta cultura pretende que cada individuo en el transcurso de su vida desarrolle competencias de aprendizaje sobre los productos químicos de uso domiciliario. Como así también, adquiera habilidades para el manejo seguro de los mismos y tenga argumentos para refutar mitos, garantizando la salud.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la invitación de la Prof. Dra. María Gabriela Lorenzo para publicar este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, C. (2020). *Equipo Técnico Dirección de Programas de Salud del Gobierno de San Juan*. <https://sisanjuan.gob.ar/salud-publica/2020-05-20/22516-salud-publica-informa-las-consecuencias-del-consumo-de-alcohol-sobre-la-salud>.

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). (2020). [http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Legislacion/Domisanitarios/Disposicion ANMAT 7292-1998.pdf](http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Legislacion/Domisanitarios/Disposicion_ANMAT_7292-1998.pdf).

- Benedí, J. (2005). Antisépticos. *Farmacia Profesional*, 19(8), 58-61.
- Cahuantico Carhuapoma, Y., Cheng Abusabal, L., Noborikawa Kohatsu, A. K. y Tay, L. Y. (2016). Blanqueamiento interno: Reporte de caso. *Revista Estomatológica Herediana*, 26(4), 244-254.
- Chance, B., Sies, H., Boveris, A. (1979). Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. *Physiological Reviews*, 59, 527-605.
- Diomedi, A., Chacón, E., Delpiano, L., Hervé, B., Jemenao, M. I., Medel, M., Quintanilla, M., Riede, G., Tinoco, J. y Cifuentes, M. (2017). Antisépticos y desinfectantes: apuntando al uso racional. Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, Sociedad Chilena de Infectología. *Revista chilena de infectología*, 34(2), 156-174.
- López González, L., Gutiérrez Pérez, M., Lucio-Villegas Menéndez, M., Aresté Lluch, N., Morató Agustí, M. y Pérez Cachafeiro, S. (2014). Introducción a los antisépticos. *Atención Primaria*, 46(Supl 2), 1-9.
- Lusby, P. E., Coombes, A. y Wilkinson, J. M. (2002). Honey: a potent agent for wound healing. *Journal of Wound, Ostomy & Continence Nursing*, 29(6), 295-300.
- Mendez, D., Padilla, P. y Lanza, S. (2020). Recomendaciones alimentarias y nutricionales para la buena salud durante el COVID-19. *Innovare: Revista de Ciencia y Tecnología*, 9(1), 55-57.
- Organización de las Naciones Unidas. (2020). *17 objetivos para transformar nuestro mundo: Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*. Washington, DC, EE.UU. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Penney, W. G. y Sutherland, G. B. B. M. (1934). The theory of the structure of hydrogen peroxide and hydrazine. *Journal of Chemical Physics*, 2(8), 492-498.
- Romero y Huesca, A., Limón Espinoza, I. G., López Schietekat, R., Huante Pérez, J. A., Martínez Romero, M. A. y Olvera Gutiérrez, G. Y. (2017). Impacto del galenismo durante la edad media: la importancia de la cultura árabe en su introducción al mundo médico cristiano. *Anales Médicos (México)*, 62(3), 232-239.
- Talavera Bustamante, I. y Menéndez Cabezas, A. (2020). Una explicación desde la química: ¿por qué son efectivos el agua y jabón, el hipoclorito de sodio y el alcohol para prevenir el contagio con la COVID-19? *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 10(2) especial COVID-19. <http://www.revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/781/819>.
- Von Behring, E. A. y Santiago, A. R. (2004). Genios de la Microbiología. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 24(1-2), 108-109.
- Wolffenstein, R. (1894). Concentration und destillation von wasserstoffsperoxyd. *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 27, 3307-3312.