



“ **AMBIMED 2021** ”

## **Principales vínculos entre la Covid-19, el sistema inmune y la vulnerabilidad ambiental.**

### **Autores:**

- 1- Isabel Cristina Martel Cabrera (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9322-7399>) correo electrónico: [alina01@nauta.cu](mailto:alina01@nauta.cu), Universidad Ciencias Médicas Cienfuegos (CUBA) Segundo Año de Medicina, Alumna ayudante en Angiología. Teléfono:52583944
- 2- María Clara Roig Rosell. (ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1586-9203>) correo: [mariclara1@nauta.cu](mailto:mariclara1@nauta.cu) Universidad Ciencias Médicas Cienfuegos (CUBA) Segundo Año de Estomatología, Alumna ayudante de Estomatología General Integral.
- 3- Eduardo Adiel Landrove Escalona (ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-42615719>), Correo: [eduarditolandrove2001@gmail.com](mailto:eduarditolandrove2001@gmail.com) Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila (Cuba). Primer año de la Carrera de Medicina.

### **Resumen**

Es de suma importancia conocer que los contaminantes atmosféricos son un factor que impacta en la salud humana incrementando el riesgo de aparición y complicación de varios padecimientos. Aún sin la pandemia, vivir en sitios con contaminación del aire se ha vinculado con tasas más altas de enfermedades pulmonares como asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. . Esta revisión tuvo como objetivo: describir los principales vínculos existentes entre la Covid-19, el sistema inmunológico y la vulnerabilidad ambiental, para ello se utilizaron los recursos disponibles en MEDLINE, SciELO, PubMed, Elsevier. De 25 referencias encontradas, se consultaron 18 referencias bibliográficas. Se empleó el método analítico sintético. Se concluyó que las enfermedades infecciosas son un problema ambiental. El conocimiento profundo de las

relaciones entre el huésped, el patógeno y el medio ambiente junto con su ecología es crucial para contrarrestar los patógenos infecciosos, donde la prevención juega un papel fundamental y primordial. El cumplimiento de las medidas de control en cada uno de los eslabones de la triada ecológica es vital para evitar la diseminación de esta enfermedad.

## **Palabras Claves**

◆Covid-19   ◆ triada   ◆sistema inmunológico   ◆vulnerabilidad ambiental

## **Introducción**

Es de suma importancia conocer que los contaminantes atmosféricos son un factor que impacta en la salud humana incrementando el riesgo de aparición y complicación de varios padecimientos. Aún sin la pandemia, vivir en sitios con contaminación del aire se ha vinculado con tasas más altas de enfermedades pulmonares como asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). La exposición a partículas finas (PM2.5), ozono y otros componentes del aire contaminado provocan procesos de estrés oxidante e inflamación de las vías respiratorias y los pulmones ocasionando efectos adversos a la salud de las personas en el corto y largo plazo.<sup>1,2</sup>

Los contaminantes atmosféricos, además, son capaces de alterar de manera importante la respuesta del sistema inmunológico. Son varios los estudios epidemiológicos que han mostrado una asociación entre el incremento de los contaminantes y las admisiones hospitalarias que tienen como diagnóstico infecciones respiratorias bacterianas y virales. Las partículas finas, como las ultrafinas (PM0.1) así como el carbono negro pueden incrementar significativamente la inflamación y favorecer la morbilidad inducida por los virus. Esto puede ser causado, al menos parcialmente, por el decremento en la capacidad de los macrófagos para fagocitar a éstos y generar una respuesta inmune efectiva contra la infección.<sup>3,4</sup>

Estudios existentes sobre el virus de la influenza han demostrado que su transmisión en el aire es sensible a las condiciones climatológicas. Otro estudio reciente sobre la relación entre el clima y la transmisión del virus de la influenza sugieren que la

transmisión aumenta en presencia de aire frío y baja humedad. Por otro lado, las pequeñas gotas de saliva expulsadas por las personas al hablar y respirar son portadoras del virus y entre más pequeñas, más pueden permanecer en el aire ambiente antes de depositarse.<sup>5,6,7</sup>

Se ha encontrado que, en ambientes abiertos, la turbulencia atmosférica puede facilitar que se mantengan suspendidas por más tiempo y viajar mayores distancias. El SARS-CoV-2 que causa la enfermedad COVID-19 es capaz de unirse a partículas atmosféricas, pero no se mantiene viable por más de 3 horas. Sin embargo, en ambientes cerrados (como habitaciones) estas gotas portadoras podrían concentrarse o depositarse sobre las superficies, por lo que es preferible mantener las habitaciones ventiladas, teniendo cuidado de no recibir directamente el aire que sale de otras habitaciones.<sup>8,9</sup>

### **Problema Científico**

¿Cuál es la relación existente entre la Covid-19, el sistema inmunológico y la vulnerabilidad ambiental?

### **Justificación del Problema Científico**

Un conocimiento adecuado del surgimiento de la pandemia actual Covid-19 servirá de base principal para conocer los principales efectos que provocan la misma y cómo influye en nuestro sistema inmunológico para así poder combatirla, también la vulnerabilidad ambiental guarda una estrecha relación con la misma ya que existen factores como las condiciones climáticas, la quema de bosques, entre muchos otros que condicionan directamente varias enfermedades provocando que se desarrollen de forma más rápida.

### **Objetivo**

Describir los principales vínculos existentes entre la Covid-19, el sistema inmunológico y la vulnerabilidad ambiental.

### **Material y Método**

Se realizó una revisión bibliográfica comprendida en el período de agosto a septiembre de 2021, teniendo en cuenta la literatura científica en idioma español e inglés, incluyéndose todos los artículos de investigaciones originales, artículos de revisión e informes de casos disponibles en las bases de datos MEDLINE, SciELO, PubMed, Elsevier. Se consultaron alrededor de 25 artículos, de los cuales fueron seleccionados 18 según los criterios de selección, de ellos el 50% actualizado. Se analizó y se integró la información empleándose el método analítico sintético.

## **Desarrollo**

El coronavirus SARS-CoV-2, que causa la enfermedad de COVID-19, afecta principalmente las vías respiratorias altas produciendo una enfermedad respiratoria leve. En aproximadamente un 15 % de los pacientes, la infección afecta a los pulmones produciendo una neumonía que puede progresar rápidamente y comprometer la vida del paciente. Estas pueden incluir una disnea o dificultad para respirar muy importante, con la consecuente disminución de entrada de oxígeno al organismo, y que es debida a daños histopatológicos como daños sustanciales a los neumocitos, edema pulmonar y formación de membranas hialinas.<sup>10</sup>

La Reunión de la Triada se centró en cómo se puede proteger a las parteras y enfermeras y de qué manera se puede mantener y apoyar su protagonismo y sus contribuciones a la respuesta de emergencia, a la cobertura sanitaria universal y a una mayor salud y bienestar potenciadas al máximo ahora y en el futuro:<sup>11</sup>

1. Sacar provecho de los datos, las pruebas y las orientaciones futuras del informe Situación de la enfermería en el mundo 2020 a fin de trazar a grandes rasgos una hoja de ruta de cara al futuro para el diálogo sobre políticas y la inversión basada en datos empíricos en los países. El tercer Informe sobre el estado de las parteras en el mundo (previsto para 2021) facilitará un recurso similar para fortalecer el personal de partería.

2. Poner en práctica una gestión eficaz de los recursos humanos en el contexto de la COVID-19, lo que incluye ofrecer la pronta remuneración de las horas extraordinarias y el pago por condiciones de trabajo peligrosas cuando sea necesario; garantizar la salud y la seguridad ocupacionales, evitar todas las formas de estigmatización y

discriminación y proporcionar el equipo de protección personal adecuado; proporcionar cursos de actualización de los conocimientos sobre prevención y control de infecciones, diagnóstico y manejo clínico de casos. La facilitación de fondos suficientes y la simplificación de los reglamentos); establecer nuevos modelos para mantener la prestación de servicios en la comunidad; y recopilar datos normalizados sobre las infecciones de COVID-19, las muertes y los ataques entre el personal sanitario. <sup>11</sup>

3. Respaldar las jefaturas de enfermería y de partería en todos los niveles del sistema de salud para contribuir a la elaboración de políticas y la toma de decisiones en materia de salud. Invertir en programas nacionales de capacitación de dirigentes para parteras y enfermeras fomenta la capacidad de liderazgo, administración y gestión en relación con las agendas de enseñanza superior, salud, empleo y género.

4. Garantizar que los programas de educación y capacitación de enfermería y partería coincidan con los objetivos del sistema de salud. Esa labor incluye el uso de planes de estudio basados en competencias, la tecnología apropiada y la adhesión a las normas educativas pertinentes para cada profesión. <sup>11</sup>

5. Permitir que las parteras y enfermeras lleven íntegramente a la práctica su formación teórica y práctica mediante la actualización de los marcos reguladores pertinentes y la prestación de apoyo adecuado en el lugar de trabajo.

6. Eliminar todas las formas de discriminación por razón de género, raza, etnia, religión u otros factores. Crear y fomentar entornos de trabajo que tengan en cuenta las cuestiones de género, por ejemplo, mediante horarios de trabajo flexibles y razonables. Combatir la discriminación de género dando prioridad y aplicando políticas para hacer frente y responder al acoso sexual, la violencia y la discriminación. Eliminar la brecha salarial de género y garantizar que las políticas y leyes que abordan la brecha salarial de género también se apliquen al sector privado.<sup>11</sup>

7. Desplegar y organizar a las parteras y enfermeras para potenciar al máximo sus funciones como puentes para las comunidades a las que atienden. Las parteras y las enfermeras que están autorizadas a ejercer ambas profesiones y trabajan tanto en los servicios de maternidad como en los servicios de salud general deberían disponer de

medios formales de acuerdo con las normas aplicables y sus respectivos ámbitos de ejercicio profesional.

8. Subsanan las deficiencias en los elementos de datos esenciales para comprender el contingente, las características demográficas, los contextos de práctica y las condiciones de trabajo de las parteras y enfermeras. <sup>11</sup>

9. Aumentar las inversiones en los países afectados por la escasez a fin de educar, emplear y retener a parteras y enfermeras a través de fondos nacionales, así como de asistencia para el desarrollo ajustada de manera apropiada.

10. Garantizar condiciones de trabajo decentes y entornos propicios para las enfermeras. Ese objetivo incluye una remuneración adecuada, protección social, un horario laboral razonable, seguridad ocupacional, niveles seguros de dotación de personal y oportunidades transparentes y basadas en el mérito para la progresión profesional. <sup>11</sup>

## **El sistema inmune en el COVID-19**

El sistema inmunitario es muy complejo. Posiblemente la parte más compleja del cuerpo humano después del cerebro, es una red intrincada de células y moléculas que nos protegen de virus peligrosos y otros microbios. Sus componentes están etiquetados con lo que parece una cadena de contraseñas altamente seguras: CD8 +, IL-1 $\beta$ , IFN- $\gamma$ . Incluso la palabra inmunidad crea confusión. Cuando los inmunólogos la usan, simplemente significa que el sistema inmunitario ha respondido a un patógeno, por ejemplo, produciendo anticuerpos o reuniendo células defensivas. Cuando todos los demás usan el término, quieren decir (y esperan) estar protegidos contra la infección, ser inmunes. <sup>12</sup>

## **Reacción del sistema inmunitario al coronavirus SARS-CoV-2.**

La primera de las tres fases implica detectar una amenaza, convocar ayuda y lanzar el contraataque. Esto comienza tan pronto como un virus llega a las vías respiratorias y se infiltra en las células que las recubren. Cuando las células perciben moléculas comunes a los patógenos y poco comunes a los humanos, producen proteínas

llamadas citoquinas. Algunas actúan como alarmas, convocando y activando un escuadrón diverso de glóbulos blancos que van a la ciudad en busca de los virus intrusos: los fagocitan, los “bombardean” con químicos destructivos y liberan aún más citoquinas. Algunos también evitan directamente la reproducción de virus (los interferones). Estos actos agresivos conducen a los signos de inflamación. Enrojecimiento, calor, tumoración, dolor: todos estos son signos de que el sistema inmunitario funciona según lo previsto.<sup>12</sup>

Este conjunto inicial de eventos es parte de lo que se llama el sistema inmune innato. Es rápido, ocurre a los pocos minutos de la entrada del virus. Es antiguo, utilizando componentes que se comparten entre la mayoría de los animales. Es genérico, actuando de la misma manera en todos. Y es amplio, atacando cualquier cosa que parezca no humana y peligrosa, sin importar mucho qué patógeno específico esté en marcha. De lo que el sistema inmune innato carece es de precisión, lo compensa en velocidad. Su trabajo es apagar una infección lo antes posible. Así, gana tiempo para la segunda fase de la respuesta inmune: traer a los especialistas.<sup>13</sup>

En medio de todos los combates de las vías respiratorias, las células mensajeras toman pequeños fragmentos de virus y los transportan a los ganglios linfáticos, donde los glóbulos blancos altamente especializados (células T) están esperando. Las células T son defensores selectivos y pre-programados. Cada uno está construido de manera un poco diferente, y viene listo para atacar solo algunos de los miles de patógenos que podrían existir. Para cualquier virus nuevo, probablemente tengas una célula T en algún lugar que teóricamente podría combatirlo. El cuerpo solo tiene que encontrar y movilizar esa célula. Cada una de las células T tiene un solo tipo de objetivo contra el que está preparado para luchar. La célula mensajera irrumpe con una foto granulada, mostrándola a cada célula T, cuando encuentra una coincidencia, se multiplica muchas veces y se dirige a las vías respiratorias.<sup>13</sup>

Algunas células T son killers, que explotan las células respiratorias infectadas en las que se esconden los virus. Otras, las helpers, estimulan el resto del sistema inmunitario, las células T auxiliares activan las células B que producen anticuerpos. Hablando en términos generales, los anticuerpos eliminan los virus que flotan fuera de nuestras

células, mientras que las células T matan a los que ya se han introducido. Las células T hacen demolición; Los anticuerpos hacen la limpieza.<sup>13</sup>

Tanto las células T como los anticuerpos son parte del sistema inmunitario adaptativo. Esta rama es más precisa que la rama innata, pero mucho más lenta: encontrar y activar las células correctas puede llevar varios días. También es duradera: a diferencia de la rama innata del sistema inmune, la adaptativa tiene memoria. Después de que se elimina el virus, la mayoría de las fuerzas movilizadas de células T y células B se retiran y mueren. Pero una pequeña fracción permanece retenida: son los veteranos de la guerra COVID-19 de 2020, escondidos dentro de los órganos, patrullando el torrente sanguíneo. Esta es la tercera y última fase de la respuesta inmune: mantener algunos de los especialistas disponibles.<sup>14</sup>

Si el mismo virus ataca nuevamente, estas "células de memoria" pueden entrar en acción y lanzar la rama adaptativa del sistema inmune sin la demora habitual de días. La memoria es la base de la inmunidad tal como la conocemos coloquialmente: una defensa duradera contra lo que sea que nos haya afectado previamente. La reacción del sistema inmune al SARS-CoV-2 parece igual. El sistema inmune innato se enciende primero y el sistema inmune adaptativo lo sigue. En varios estudios, la mayoría de las personas infectadas desarrollan niveles razonables de células T y anticuerpos específicos de coronavirus.<sup>14</sup>

Las respuestas inmunitarias son inherentemente agudas. Se podría decir que la mitad del sistema inmunitario está diseñado para apagar la destrucción que produjo la otra mitad. Pero si se permite que una infección se descontrole, el sistema inmunitario podría hacer lo mismo, causando mucho daño colateral en sus intentos prolongados y agitados de controlar el virus. Muchas personas en terapia intensiva parecen sucumbir a los estragos de sus propias células inmunes, incluso si finalmente vencen al virus. Otros sufren problemas pulmonares y cardíacos duraderos, mucho después de ser dados de alta. Tales reacciones exageradas inmunes también ocurren en casos extremos de influenza, pero causan un mayor daño en COVID-19.<sup>15,16</sup>

**Mecanismos inmunológicos en los que se basa el efecto de la vacunación**

Las vacunas usan un germen controlado; es decir, un germen vivo atenuado, muerto, una partícula o subunidad del germen, o simplemente la toxina de este. Al inyectarla en nuestro organismo, el sistema inmunológico “gasta” su primera respuesta, la primaria, en la vacuna que no es una infección verdadera, y cuando realmente tiene contacto con el germen, ya estamos inmunizados, pues “recuerda” el o los contactos previos y se va a generar una respuesta inmune secundaria mucho más efectiva.<sup>17</sup>

Por ejemplo, nuestro candidato vacunal Abdala está constituido por una subunidad proteica del virus. Ni siquiera es el virus completo, ni atenuado, ni muerto, sino solo una subunidad que se obtuvo por ingeniería recombinante en células de levadura, una forma bastante barata de conseguirlo a partir de la tecnología existente en Cuba. Nuestro país cuenta con una infraestructura con más de tres décadas de éxito en el campo de la vacunología. Esta subunidad, RBD recombinante la más importante en la unión del virus al receptor de las células humanas, es una simulación de la estructura de unión al receptor que tiene el verdadero virus. No estamos poniendo el virus.<sup>17</sup>

El sistema inmune recibe la vacuna Abdala, interpreta que está siendo agredido, capta las señales, reconoce la estructura que se le está presentando y genera una respuesta inmunológica contra esa vacuna, que es inocua. Entonces, el sistema inmunológico “gasta” su respuesta primaria, de modo que, en sucesivos contactos con el virus real, “recuerda” esa estructura y ya la respuesta inmunológica será secundaria, más rápida, efectiva, específica y duradera, lo cual debe ayudarnos a que no enfermemos o, si sucede, que curse de manera asintomática o con síntomas leves, o que al menos no desarrollemos la forma grave de la enfermedad. <sup>17</sup>

### **Vulnerabilidad Ambiental**

La conexión entre la vida silvestre, las enfermedades y las personas no es nueva. Sin embargo, las enfermedades emergentes se han cuadruplicado en los últimos 50 años, en gran parte debido a la fragmentación del hábitat, el uso de la tierra y el cambio climático. La pérdida de bosques impulsada por la tala, la minería, las carreteras, la expansión agrícola, la rápida urbanización y el crecimiento de la población, acercan a las personas por primera vez a las especies animales. La contaminación también

puede aumentar la susceptibilidad a las infecciones virales y bacterianas. Es probable, además, que los virus y otros patógenos se trasladen de animales a humanos en los mercados informales, que proporcionan “carne” fresca a las personas. Se cree que el mercado donde se vende productos frescos y carne en Wuhan fue el punto de partida de la pandemia del Covid-19. La crisis climática también ha cambiado y acelerado los patrones de transmisión de enfermedades infecciosas como la malaria.<sup>18</sup>

Así mismo, hay oportunidades para catalizar los servicios de capital natural en la región. Las soluciones basadas en la naturaleza y la biodiversidad son importantes para el desarrollo exitoso de medicamentos para nuevos tratamientos. Se estima que entre 50,000 y 70,000 especies de plantas se cosechan para la medicina tradicional o moderna, mientras que alrededor del 50% de los medicamentos modernos se han desarrollado a partir de productos naturales que están amenazados por la cosecha insostenible y la pérdida de biodiversidad.<sup>18</sup>

Ante la emergencia sanitaria se debe combatir los procesos que den lugar a una mayor cantidad de contaminantes en la atmósfera y a una mayor exposición de la población a tales contaminantes; en este sentido se deberá:

- ◆Asegurar el buen funcionamiento de las redes de monitoreo de calidad del aire y la correcta y oportuna comunicación de riesgos para los grupos sensibles, incluyendo ahora a las personas que padecen diabetes e hipertensión, personas con un sistema inmune deprimido y con afecciones respiratorias.

- ◆Prevenir y combatir eficazmente los incendios forestales y reducir las quemas agrícolas. Se sabe que en México el 98% de los incendios forestales son causados por las personas.

- ◆Fomentar la ventilación de espacios cerrados, habitaciones, viviendas, oficinas y unidades de transporte público, etc.

- ◆En caso de presentarse muy altos niveles de contaminación atmosférica, se deberán aplicar todas las medidas definidas en los programas de contingencia ambiental

atmosférica, con excepción de aquellas que actúen en contra de la sana distancia física entre las personas. <sup>12</sup>

## **Conclusiones**

Las enfermedades infecciosas son un problema ambiental. El conocimiento profundo de las relaciones entre el huésped, el patógeno y el medio ambiente junto con su ecología es crucial para contrarrestar los patógenos infecciosos, donde la prevención juega un papel fundamental y primordial. El cumplimiento de las medidas de control en cada uno de los eslabones de la triada ecológica es vital para evitar la diseminación de esta enfermedad. En cuanto a el sistema inmune contra los virus tiene dos objetivos principales: uno es tratar de neutralizarlos y evitar que entren dentro de las células, el otro, si el virus logró franquear esa barrera y penetrar la célula, es destruir esa célula infectada por un mecanismo que se conoce como apoptosis, que es una muerte celular programada por eso es de suma importancia conocer su funcionamiento general.

## **Referencias bibliográficas**

- 1-Cohen, A. J., M. Brauer, R. Burnett, H. R. Anderson, J. Frostad, et.al (2017). "Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015." *The Lancet* 389(10082): 1907-1918. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30505-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6)
- 2-WHO (2017). Review of evidence on health aspects of air pollution–REVIHAAP Project. World Health Organization.
- 3-Ciencewicki, J. y I. Jaspers (2007). "Air Pollution and Respiratory Viral Infection." *Inhalation Toxicology* 19(14): 1135-1146. [10.1080/08958370701665434](https://doi.org/10.1080/08958370701665434)
- 4-Cui, Y., Z.-F. Zhang, J. Froines, J. Zhao, H. Wang, S.-Z. Yu y R. Detels (2003). "Air pollution and case fatality of SARS in the People's Republic of China: an ecologic study." *Environmental Health* 2(1): 15
- 5-Liu, X.-X., Y. Li, G. Qin, Y. Zhu, X. Li, J. Zhang, K. Zhao, M. Hu, et.al (2019). "Effects of air pollutants on occurrences of influenza-like illness and laboratory-confirmed

influenza in Hefei, China." *International Journal of Biometeorology* 63(1): 51-60.  
10.1007/s00484-018-1633-0

6-Chen, G., W. Zhang, S. Li, Y. Zhang, G. Williams, R. Huxley, H. Ren, et.al (2017).  
"The impact of ambient fine particles on influenza transmission and the modification  
effects of temperature in China: A multi-city study." *Environment International* 98: 82-88.  
10.1016/j.envint.2016.10.004

7-Kamigaki, T., L. Chaw, A. G. Tan, R. Tamaki, P. P. Alday, J. B. Javier, et.al (2016).  
"Seasonality of Influenza and Respiratory Syncytial Viruses and the Effect of Climate  
Factors in Subtropical-Tropical Asia Using Influenza-Like Illness Surveillance Data,  
2010 -2012." *PLoS One* 11(12): e0167712. 10.1371/journal.pone.0167712

8-Lowen, A. y P. Palese (2009). "Transmission of influenza virus in temperate zones is  
predominantly by aerosol, in the tropics by contact: a hypothesis." *PLoS currents* 1:  
RRN1002-RRN1002. 10.1371/currents.rrn1002

9-Tellier, R., Y. Li, B. J. Cowling y J. W. Tang (2019). "Recognition of aerosol  
transmission of infectious agents: a commentary." *BMC Infectious Diseases* 19(1): 101.  
10.1186/s12879-019-3707-y

10- Xu, Z., L. Shi, Y. Wang, J. Zhang, L. Huang, C. Zhang, S. Liu, et.al (2020).  
"Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress  
syndrome." *The Lancet respiratory medicine*

11- DECLARACIÓN DE LA TRIADA DE 2020. Consejo Internacional de Enfermeras –  
Confederación Internacional de Matronas – Organización Mundial de la Salud (2020) p-  
2,3.

12- Covid-19: cómo funciona nuestro sistema inmunológico y cómo combate al  
coronavirus (Internet). Estados Unidos: 2020 (citado 10 abril 2020). Disponible en:  
[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30183-5/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30183-5/fulltext).

13- Covid-19: cómo funciona nuestro sistema inmunológico (Internet). Estados Unidos: 2020 (citado 10 abril 2020). Disponible en <https://www.vox.com/2020/5/8/21251899/coronavirus-long-term-effects-symptoms>.

14- Covid-19: sistema inmunológico (Internet). Estados Unidos: 2020 (citado 10 abril 2020). Disponible en <https://www.statnews.com/2020/07/27/covid19-concerns-about-lasting-heart-damage/>.

15- Sistema inmunológico (Internet). Estados Unidos: 2020 (citado 10 abril 2020). Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32717743/>.

16- Covid-19: ¿cómo combate al coronavirus? (Internet). Estados Unidos: 2020 (citado 10 abril 2020). Disponible en <https://www.theatlantic.com/health/archive/2020/06/covid-19-coronavirus-longterm-symptoms-months/612679/>.

17- El sistema inmune, la COVID-19 y la vacuna: lo que debe saber. Entrevista con el Dr. Frank Quintana Gómez sobre aspectos importantes del SARS-CoV-2, su relación con el sistema inmunológico y los mecanismos de actuación de las vacunas. (Internet). Villa Clara: 2020 (citado 27 mayo 2021). Disponible en: <http://www.vanguardia.cu/villa-clara/20077-el-sistema-inmune-la-covid-19-y-la-vacuna-lo-que-debe-saber>.

18- Ortinez A, Villegas A, Martínez A, Gutiérrez AL, et.al. Coronavirus SARS-CoV-2, contaminación atmosférica y riesgos a la salud. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (Internet). Cuba: 2020 (citado 5 abril 2021). Disponible en: <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/cual-es-el-vinculo-entre-covid-19-y-las-emergencias-ecologicas-y-climaticas/>.