

COVID-19: LA PANDEMIA DE 2020 Y SUS EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE

Carolina Santamaría Elola

Laboratorio Integrado de Calidad Ambiental (LICA), Dpto. Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Navarra. Irunlarrea, 1. 31008 Pamplona, Navarra

La enfermedad del coronavirus COVID-19, es una enfermedad infecciosa descubierta hace solo unos meses y causada por el virus SARS-Cov-2, acrónimo de *severe acute respiratory síndrome coronavirus 2*. Su rápida expansión ha generado una pandemia en tan solo unos meses, provocando una situación sanitaria, social y económica en todo el planeta desconocida hasta el momento. Ningún otro suceso de impacto mundial, como otras pandemias, recesiones o guerras, han tenido un impacto tan dramático a tal escala.

Inicialmente la enfermedad fue detectada en diciembre de 2019 (aunque posteriormente el primer caso fue datado el 17 de noviembre de 2019) en Wuhan (China) y hacia finales de agosto de 2020 ya habían sido diagnosticados más de 22,2 millones de casos en más de 216 países, territorios o áreas afectadas y notificados 782.500 fallecimientos¹, aunque lamentablemente, las cifras continúan aumentando diariamente.

El SARS-CoV-2 es el séptimo coronavirus conocido capaz de infectar a la especie humana. Tiene un tamaño de 70-90 nm y, al igual que ocurrió en otros brotes de coronavirus, la fuente primaria de la enfermedad es de origen animal. Los científicos consideran que el reservorio del virus parece encontrarse en los murciélagos, aunque todavía no se ha podido confirmar cuál ha sido el animal hospedador intermedio transmisor de esta zoonosis, existiendo todavía cierta controversia sobre si este animal es el pangolín u otros como tortugas o serpientes²⁻³.

Desde su descubrimiento en diciembre de 2019, han sido muchos los investigadores que han dedicado su trabajo a tratar de entender el funcionamiento de este virus, a paliar los síntomas sufridos por las personas infectadas, a buscar las medidas adecuadas para limitar su expansión, a diseñar una vacuna y también a estudiar el efecto de la pandemia en el medio ambiente y determinar la existencia de alguna relación entre las condiciones meteorológicas, la contaminación ambiental y la expansión del virus.

En medio de esta situación sin precedentes, el número de artículos escritos en prensa, en revistas de divulgación y en revistas de investigación es también sorprendente: al introducir en Google el término "COVID-19", se obtiene un número de resultados de $6,090 \cdot 10^9$; si se escribe lo mismo en Google Scholar, se obtienen $1,250 \cdot 10^6$

resultados. En el caso de bases de datos más específicas, PubMed muestra un total de 35.330 resultados y Scopus 28.800 resultados. Teniendo en cuenta que todos estos resultados se refieren a un hecho ocurrido a principios del año 2020, se comprueba que la producción literaria está siendo extraordinariamente abundante.

Una de las consecuencias más notables, surgidas como consecuencia de la rápida expansión de la pandemia, ha sido la paralización de gran parte de la economía mundial, debido al confinamiento al que se ha sometido a la población de gran cantidad de ciudades e incluso de países enteros, con el objeto de frenar el crecimiento de los contagios. Esta situación ha generado, por un lado, enormes pérdidas económicas y por otro, una considerable mejoría en la calidad del aire y en otros aspectos medioambientales.

Respecto a la situación económica, la limitación o cese de la actividad industrial ha provocado una contracción de la economía mundial que puede superar el 5%, siendo esta la peor recesión desde la Segunda Guerra Mundial y la primera vez desde 1870 en que tantas economías experimentan una disminución del producto per cápita, según consta en el informe "Perspectivas económicas mundiales", publicado por el Banco Mundial el pasado mes de junio⁴.

La segunda consecuencia, mucho más positiva, del cese de ciertas actividades económicas tiene que ver con la evolución de la calidad del aire en este periodo: el impacto de la reclusión total o parcial de la población y del cese total o parcial de la actividad industrial, ha supuesto un descenso considerable en los valores de contaminantes asociados al tráfico y la actividad industrial, como los óxidos de nitrógeno (NOx), el material particulado (PM) o los compuestos orgánicos volátiles (COV), todos ellos asociados a graves enfermedades coronarias y respiratorias.

En la actualidad, el 55% de la población mundial vive en zonas urbanas⁵ con niveles de contaminación que en muchas ocasiones superan los valores establecidos para la calidad del aire por diversas instituciones internacionales (OMS⁶, Parlamento Europeo⁷, EPA⁸). Una de las principales consecuencias de la contaminación atmosférica es el fallecimiento prematuro de más de 4 millones de personas cada año en todo el mundo⁹. El brusco descenso del tráfico vehicular y de la actividad industrial provocado por las restricciones impuestas para paliar los efectos de la COVID-19, ha permitido evaluar el impacto de estas limitaciones en la calidad del

aire de ciudades de todo el mundo. Esta situación se ha convertido en una suerte de “experimento” a escala mundial consistente en aplicar, durante un plazo de tiempo corto algunas de las medidas de reducción de emisiones recomendadas por instituciones como la OMS o el Parlamento Europeo para proteger la salud humana y el medio ambiente⁹⁻¹⁰.

La monitorización de la calidad del aire permite conocer los valores alcanzados por los contaminantes derivados tanto de la actividad humana como de fuentes naturales. Los contaminantes habitualmente estudiados son: PM₁₀ y PM_{2.5}, NO_x (NO y NO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), ozono (O₃) y compuestos orgánicos volátiles (COV). Casi todos estos contaminantes están relacionados con el tráfico y, en general con procesos que emplean combustibles fósiles para generar energía, por lo que muchos procesos industriales y calefacciones tanto domésticas como de lugares de trabajo, también contribuyen a la emisión de estos compuestos.

Recientemente, se ha analizado la evolución de las concentraciones de estos contaminantes en los periodos de confinamiento establecidos en distintos países con motivo de la Covid-19¹¹⁻¹². Los valores registrados en ciudades de todo el mundo muestran importantes reducciones en las concentraciones de la mayoría de los contaminantes, aunque estos porcentajes varían dependiendo del contaminante y de la zona de estudio (urbana, rural o más o menos industrializada), así por ejemplo: Milán 40% y 45% en PM₁₀ y PM_{2.5} respectivamente¹¹; Barcelona 31% y 51% en PM₁₀ y NO₂¹³; Nueva York 36% y 51% en PM_{2.5} y NO₂¹⁴; Sao Paulo 77% y 65% en NO y CO¹³. La evolución de las concentraciones individuales de los contaminantes estudiados aporta información interesante del efecto de la Covid-19 sobre las fuentes emisoras de estos compuestos.

Respecto al material particulado, ciudades de todo el mundo sometidas a confinamiento, han mostrado descensos importantes en los valores de concentración de este contaminante, algo lógico si se considera que está fuertemente ligado a la actividad industrial, tráfico rodado y construcción. Sin embargo, la magnitud de estos descensos varía dependiendo de la zona estudiada. Así, ciudades con un tejido industrial muy importante como Milán, mostraron descensos acusados en PM debido a la falta de actividad industrial y al descenso en el tráfico rodado asociado a dicha actividad (transporte de trabajadores y mercancías). En otros casos, la utilización de las calefacciones y las actividades domésticas como quema de restos de poda, intensificadas durante el confinamiento, provocaron descensos menos acusados en las concentraciones del material particulado, como es el caso de Niza^{11,15}.

Otro de los contaminantes estudiados es el SO₂, gas precursor de la lluvia ácida y cuya principal fuente de emisión es la combustión de carbón o fuel, que contengan

azufre como impureza, para generar energía. En este caso, se observaron descensos entre moderados y bajos, debido a que la actividad industrial esencial y el confinamiento de la población en sus domicilios, en una época del año en el que en el hemisferio norte es necesaria la calefacción con frecuencia, mantuvieron la necesidad de generar energía^{11,16}.

Los óxidos de nitrógeno, NO_x (NO y NO₂) se producen a altas temperaturas a partir de procesos de combustión, de tal manera que el NO formado, en presencia de O₃ dará lugar a una reacción fotoquímica que generará NO₂. La principal fuente de emisión de estos compuestos es el tráfico vehicular, siendo el empleo de carbón en la generación de energía y la quema de biomasa fuentes secundarias. La restricción a la movilidad implantada durante el confinamiento ha sido la principal causa de los descensos registrados en las concentraciones de estos contaminantes. Este efecto ha sido especialmente notable en zonas urbanas que habitualmente soportan una densidad de tráfico considerable, mientras que en zonas industriales en las que se mantuvieron las actividades esenciales, estos descensos fueron mucho menos importantes¹³⁻¹⁵.

El monóxido de carbono (CO) es el resultado de combustiones incompletas como las que tienen lugar en los motores de los vehículos, en los sistemas de calefacción domésticos y en algunos procesos industriales. Al igual que en el caso de los contaminantes descritos anteriormente, que tienen en común con el CO su origen en procesos de combustión, los valores de ese contaminante también disminuyeron durante el confinamiento. Las zonas en las que el tráfico es habitualmente intenso son las que han mostrado descensos más acusados, aunque en algunas zonas industriales el cierre de las actividades no esenciales implicó un descenso adicional en la concentración de CO, atribuido a la reducción en el uso de las calefacciones de los lugares de trabajo¹¹.

Finalmente, el ozono troposférico, es el único contaminante de los mencionados en este trabajo cuya concentración aumentó durante el confinamiento. El motivo de este aumento está relacionado con el hecho de que el O₃ se forma cuando NO_x y VOCs reaccionan en la atmósfera en presencia de luz solar. El O₃ aumenta su concentración en primavera y verano debido a la mayor cantidad de radiación solar que es el parámetro que promueve la fotólisis del NO₂. Durante el confinamiento, los niveles superficiales de O₃ aumentaron en todas las ciudades¹⁵, fenómeno asociado a la ya mencionada disminución generalizada de la concentración de NO_x, ya que, en las ciudades la formación de O₃ depende de la relación VOC/NO_x. En general, este cociente es pequeño debido a que la concentración de NO_x suele ser elevada. En Wuhan y sur de Europa, la formación de O₃ está limitada por la presencia de VOCs. En estas situaciones, una reducción de las emisiones de VOCs reducirá la formación de O₃, pero una reducción en la emisión de NO_x aumentará la formación de O₃. Estos resultados son

de gran interés a la hora de diseñar políticas de disminución de contaminación urbana, y se considera un reto conseguir disminuir la formación de contaminantes secundarios como O_3 a partir de estrictas medidas de control sobre las emisiones de contaminantes primarios como NO_x .

Todos estos resultados confirman que las actividades humanas y el empleo de vehículos para el transporte privado están directamente relacionadas con la calidad del aire. La reducción del transporte individual no esencial y la utilización de transporte público sostenible, serán actitudes esenciales para conseguir una mejora importante de la calidad del aire urbano.

Pero además de la calidad del aire, se han identificado otros impactos ambientales indirectos, positivos y negativos, ocurridos durante este periodo mundial de confinamiento, que han recibido poca atención por parte de la comunidad científica:

- Las playas: representan uno de los principales activos económicos de las zonas costeras. La sobreexplotación turística de este recurso natural da lugar a una gran cantidad de playas con problemas de contaminación. Las medidas de confinamiento principalmente, pero también el control del número de usuarios, ha permitido que playas como las de Barcelona, Acapulco (Méjico) o Salinas (Ecuador), presenten arenales y aguas mucho más limpios¹⁷.
- En el caso de las aguas superficiales, se ha comprobado que el descenso en la actividad industrial, pesca y transporte marítimo de pasajeros, ha permitido mejorar la calidad de masas de agua como la laguna de Venecia o el lago Vembanad, el más grande de la India, sometidas a una elevada presión antropogénica que, después del tiempo de confinamiento presentan una menor turbidez, parámetro relacionado con la presencia de metales pesados, contaminación de origen biológico y vertido de aguas residuales, entre otros¹⁸⁻¹⁹.
- Ruido ambiental: el descenso del tráfico vehicular y de la actividad industrial, ha permitido que el ruido ambiental disminuya de manera importante, mejorando el bienestar de muchos ecosistemas y comunidades de vecinos que habitualmente se ven sometidos a este problema ambiental¹⁷.
- Residuos: el confinamiento impuesto en muchas ciudades del mundo ha dado lugar a la generación de mayores cantidades de residuos orgánicos. Este hecho, unido al aumento de las compras por internet, que contienen una mayor cantidad de envoltorios para que los productos lleguen al cliente en buenas condiciones, ha incrementado la generación de residuos de todo tipo en los hogares de todo el mundo. Por otro lado, la necesidad de utilizar una mayor cantidad de equipos de protección en hospitales y centros de salud, además del uso de mascarillas por parte de la población, ha

provocado un aumento de un 300% en la cantidad de residuos de origen sanitario. En algunos países europeos como España al igual que en Estados Unidos, se han suspendido temporalmente las actividades en las plantas de separación y reciclaje de residuos, que se realizan de forma manual mayoritariamente, lo que implica una importante reducción de las actividades de reciclado, que se consideran una manera efectiva de prevenir o al menos disminuir la contaminación. Además, el aumento de la cantidad de residuos generados implica un mayor riesgo de incrementar la contaminación del agua y de espacios abiertos¹⁷.

Una vez estudiadas todas estas evidencias, y tal y como ocurre cuando nos enfrentamos a algo desconocido, están surgiendo propuestas relacionadas con posibles mecanismos de transmisión del virus y sobre medidas que pueden adoptarse para detectar la reaparición de brotes de la epidemia.

Con relación a los mecanismos de propagación, se está analizando la posibilidad de que el virus SARS-CoV-2 se propague utilizando como vehículo el material particulado presente en la atmósfera (PM_{10} y $PM_{2.5}$) cuyas características pueden ser adecuadas para tal finalidad. En Italia, se han obtenido ya los primeros resultados preliminares que permiten considerar esta propuesta como relevante para la detección de un nuevo brote de COVID-19²⁰.

La epidemiología basada en las aguas residuales es una herramienta empleada de forma satisfactoria en la detección precoz y seguimiento de brotes de virus patógenos. En el caso de la COVID-19, se ha sugerido que esta puede ser una manera extraordinariamente eficaz de detectar la presencia del virus y actuar ante la posible aparición de un nuevo brote, si se tiene en cuenta la elevada capacidad contagiosa del mismo, la cantidad de contagiados asintomáticos y la imposibilidad de mantener a toda la población analizada continuamente. En este sentido, se están desarrollando numerosas herramientas (biosensores, ELISA, papel indicador específico) que permitirán detectar de manera económica, rápida y sencilla la presencia del coronavirus en aguas residuales. Estudios realizados en distintos países han permitido detectar el virus en aguas residuales sin tratar y han constatado la ausencia del mismo en aguas tratadas²¹⁻²², por lo que muchos países, han implementado programas de vigilancia microbiológica tanto en aguas residuales como de baño, para la detección precoz del virus.

Paralelamente a todos estos estudios se están llevando a cabo otros de naturaleza totalmente distinta, pero igualmente interesante, cuyo objetivo es contribuir a la rápida detección de pacientes infectados, mediante el empleo de perros entrenados para el rescate, para detectar explosivos o para la identificación de pacientes con cáncer de colon en estadios iniciales. El estudio

pretende identificar catabolitos específicos que pueden ser excretados por las glándulas sudoríparas de las axilas de pacientes infectados por coronavirus²³.

La situación mundial provocada por la pandemia ha sido inesperada y sus efectos mucho más profundos de lo que nadie hubiera podido predecir. Sin embargo, ha demostrado ser una excelente oportunidad para identificar claramente el efecto de cada una de nuestras actividades en la calidad del aire que respiramos. Debemos reflexionar y modificar nuestros hábitos para lograr cambios trascendentales que serán fundamentales en los próximos años.

Por otro lado, el desarrollo de procedimientos de análisis que permitan detectar brotes de coronavirus de manera precoz (como las descritas en PM y aguas residuales) debería recibir el apoyo económico adecuado para que puedan ser implementados de manera obligatoria y universal, al ser una herramienta complementaria a la tan deseada vacuna, todavía en fase de desarrollo.

1. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019> (revisada 20 de agosto de 2020)
2. WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19).2020. <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>
3. D. Cyranosky. Mystery deepens over animal source of coronavirus. *Nature* 2020, 579 (7797), 18-9.
4. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/06/08/covid-19-to-plunge-global-economy-into-worst-recession-since-world-war-ii>
5. <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>
6. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf?sequence=1
7. Directiva (UE) 2016/2284 del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos.
8. <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>
9. WHO 2016, report on “Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease” <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250141/9789241511353-eng.pdf?sequence=1>
10. Directiva 2008/50/CE relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.
11. M.C. Collivignarelli et al. “Lockdown for CoVID-2019 in Milan: What are the effects on air quality?”. *Science of the Total Environment*, 732 (2020) 139280.
12. P.M. Forster, H.I. Forster, M.J. Evans, et al. “Current and future global climate impacts resulting from COVID-19”. *Nature Climate Change* (2020), doi: <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0883-0>
13. L.Y.K. Nakada, R.C. Urban. “COVID-19 pandemic: Impacts on the air quality during the partial lockdown in Sao Paulo state, Brazil”. *Science of the Total Environment*, 730 (2020) 139087.
14. S. Zangari, D.T. Hill, A.T. Charette, J.E. Mirowsky. “Aire quality changes in New York City during the COVID-19 pandemic”. *Science of the Total Environment*, 742 (2020) 140496.
15. P.Sicard. “Amplified ozone pollution in cities during the COVID-19 lockdown”. *Science of the Total Environment*, 735 (2020) 139542.
16. S.Sharma et al. “Effect of restricted emissions during COVID-19 on air quality in India”. *Science of the Total Environment*, 728 (2020) 138878.
17. M.A. Zambrano-Monserrate, M.A. Ruano, L. Sanchez-Alcalde, “Indirect effects of COVID-19 on the environment”. *Science of the Total Environment*, 728 (2020) 138813.
18. A.P. Yunus, Y. Masago, Y. Hijioka, “COVID-29 and surface water quality: Improved lake water quality during the lockdown”. *Science of the Total Environment*, 731 (2020) 139012.
19. F. Braga, G.M. Scarpa, V.E. Brando, G. Manfè, L. Zaggia. “COVID-19 lockdown measures reveal human impact on water transparency in the Venice Lagoon”. *Science of the Total Environment*, 736 (2020) 139612.
20. L. Setti, F. Passarini, G. De Gennaro, P. Barbieri, M.G. Perrone, M. Borelli, J. Palmisani, A. Di Gilio, V. Torboli, F. Fontana, L. Clemente, A. Pallavicini, M. Ruscio, P. Piscitelli, A. Miani. “SARS-Cov-2RNA foun on particulate matter of Bergamo in Northern Italy: Fist evidence”. *Environmental Research*, 188 (2020) 109754.
21. S.P. Sherchan, S. Shanin, L.M. Ward, S. Tandukar, T.G. Aw, B. Schmitz, W. Ahmed, M. Kitajima. “Fist detection of SARS-CoV-2 RNA in wastewater in North America: A study in Louisiana, USA”. *Science of the Total Environment*, 743 (2020) 140621.
22. G. La Rosa, M. Iaconelli, P. Mancini, G.B. Ferraro, C. Veneri, L. Bonadonna, L. Lucentini, E. Suffredini. “First detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewaters in Italy”. *Science of the Total Environment*, 736 (2020) 139652.
23. D. Grandjean, R. Sarkis, J.P. Tourtier et al. “Detection dogs as a help in the detection of COVID-19. Can the dog alert on COVID-19 positive persons by sniffing axillary sweat samples? Proof-of-concept study”. *bioRxiv preprint*, doi: <https://doi.org/10.1101/2020.06.03.132134>.