



Clubes de Ciencia
México

Salud e impacto ambiental

" El ozono y pm2.5 en tiempos de COVID-19 "

Abstract

En el presente proyecto se estudia la posibilidad de que dos de los contaminantes principales en el aire-ozono y pm 2.5- tengan una influencia en el aumento de casos de COVID-19 en la Ciudad de México. Dicha hipótesis se sustenta en que la exposición a ambos contaminantes de manera prolongada desencadena problemas inflamatorios en las vías respiratorias, dejándolas vulnerables al paso del virus. Para lograr modelarlo, se abarcaron datos desde el primero de enero del 2020 hasta el 30 de julio del mismo año.

Introducción

La contaminación atmosférica es resultado de múltiples interacciones entre condiciones antropogénicas y naturales. Los daños a la salud que genera han sido ampliamente estudiados en décadas recientes, a corto y largo plazo. La exposición a contaminantes tales como pm 2.5 y ozono están vinculados directamente con un aumento de la morbilidad debido a la aparición de enfermedades respiratorias y cardiovasculares [1]. De acuerdo a cifras de la OMS, más de dos millones de muertes prematuras las que se atribuyen cada año a nivel mundial por la contaminación atmosférica. [2]

Después de nuestra investigación en artículos y colaboración en los códigos, logramos obtener estas gráficas. Llegamos a la conclusión de que es necesario un análisis que incluya una mayor cantidad de parámetros (humedad, precipitación, presión atmosférica, velocidad del viento) para poder establecer una relación causal con un mayor sustento

Sin dejar de lado la gran importancia de cuidar el medio ambiente, no solo por su posible correlación con el número de casos positivos de COVID-19, sino también para tener una mejor calidad de vida, evitando millones de muertes prematuras por los efectos negativos que genera la mala calidad del aire en los sistemas respiratorios de las personas a nivel mundial.

Ozono

El ozono es un compuesto químico que se produce cuando los compuestos orgánicos volátiles (COVs) reaccionan con óxidos de nitrógeno (NOx). Ambos contaminantes se encuentran presentes a nivel troposférico y son producidos por actividades antropogénicas, tales como quema de combustibles fósiles e industrias varias. La presencia de luz solar cataliza esta reacción, provocando que existan niveles insalubres de ozono principalmente en zonas urbanas, siendo una de ellas la Ciudad de México. A pesar de la implementación de múltiples políticas públicas [3], la cantidad promedio de ozono en la Ciudad de México en los últimos 30 años se ha mantenido por encima de las 62 ppb [4], cuando el valor límite recomendado por la OMS es de una media de 50 ppb[5].

La exposición a ozono a corto plazo se ha visto asociada con exacerbación de asma y otros problemas respiratorios, mientras que la exposición a largo plazo se conecta con el desarrollo de EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica). [6] Está comprobado que grandes cantidades de ozono comprometen al sistema inmunológico de los humanos, por lo que el propósito de este proyecto es investigar si hay una relación directa entre el aumento de ozono en la CDMX y el número de casos que se han presentado de COVID-19.

PM 2.5

Otro de los contaminantes principales a mencionar es la materia particulada de 2.5 μm de diámetro, mejor conocida como pm 2.5 por sus siglas en inglés. Se compone de sulfatos, nitratos, metales, compuestos orgánicos y biológicos. Su procedencia es variada, sin embargo, para fines de este proyecto nos enfocaremos en aquellos que son catalogados como contaminantes y que provienen de la quema de combustibles fósiles y actividades primarias.

El problema que presenta la inhalación de pm 2.5 radica en que, debido a su tamaño, son capaces de atravesar la barrera pulmonar y entrar de forma directa a la sangre. Como el ozono, la exposición a largo plazo está asociada al desarrollo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Debido a su capacidad de penetración ya mencionada, la OMS no ha encontrado un límite de exposición en el que no causen daños a la salud, aunque el límite máximo permisible establecido por la organización es de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual [7]. En México, la NOM-025-SSA1-2014 establece el mismo límite en 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [8].

El entendimiento del impacto de factores ambientales en la transmisión de COVID-19 es clave para disminuir el número de contagios a nivel global. Debido al

mecanismo de transmisión del virus, es probable que la contaminación ambiental tenga un efecto en los humanos al dejarlos vulnerables por las vías respiratorias, especialmente a aquellos con afecciones previas (asma, EPOC) que se ven aumentadas con una mala calidad de aire. En el caso de las personas que padecen EPOC, una de las afecciones más frecuentes es bronquitis. De la misma forma, las personas con asma presentan inflamación de bronquios. Incluso en personas relativamente sanas, la exposición continua a altos niveles de pm 2.5 provoca a corto plazo inflamación de vías respiratorias. Las afecciones ya mencionadas repercuten de forma directa en las estructuras conocidas como alvéolos. Estas estructuras- situadas en los extremos de los bronquios- son atacadas por el virus **SARS-CoV-2**, causando dificultades en el intercambio de gases (lo que se traduce en dificultad al respirar).

Metodología

Se inició con una investigación exhaustiva de artículos científicos con el objetivo de comprender la correlación entre enfermedades degenerativas (principalmente en vías respiratorias) y contaminación ambiental. Posteriormente, se investigó acerca de las distintas vías de propagación del **SARS-CoV-2**, para poder hacer una correlación entre el número de casos presentes en el país y la calidad del aire.

El siguiente paso consistió en descargar bases de datos del gobierno mexicano correspondientes a la entidad federativa de nuestro interés, la Ciudad de México. Con ayuda de python, se establecieron diversos parámetros con los que se logró encontrar la relación deseada.

Resultados y Análisis

El proyecto se enfocó a dos de los principales contaminantes en la CDMX: ozono y pm 2.5. En las gráficas presentadas a continuación se observa que, aunque la fecha de inicio de los contagios en CDMX fue a inicios de marzo, los contaminantes se tomaron en cuenta desde inicios del año. Esto fue con el propósito de analizar cambios de comportamiento en las emisiones de los contaminantes y comprender su relación con el aumento del número de casos. Debido a las medidas preventivas que se empezaron a tomar a finales de marzo del 2020, se esperaba que la emisión disminuyera al inicio de la pandemia y creciera lentamente hasta estabilizarse (establecimiento de la nueva normalidad) por el número de actividades que tuvieron que ser suspendidas. Sin embargo, lo que se observó con ambos contaminantes es que su emisión aumentó de forma considerable, algo que puede explicarse debido a que otras actividades que contribuyen al aumento de contaminación atmosférica no pararon o se acentuaron. Ejemplos de estas son el aumento en la demanda energética, las emisiones generadas por camiones de carga, transporte público,

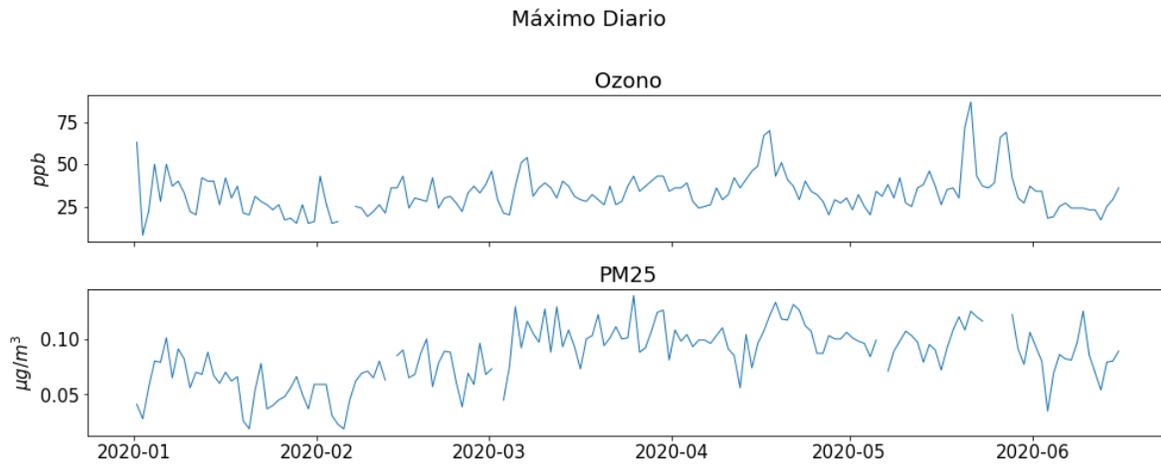
industrias productoras de alimentos y medicamentos, entre otros. Dicho fenómeno puede ser observado en la gráfica (1), que muestran cómo el máximo diario de emisiones aumentó durante la contingencia.

Es importante recalcar que las mediciones diarias que no tuvieron un mínimo del 75% de datos recabados (recordando que el ozono se mide cada hora) fueron eliminadas para evitar errores.

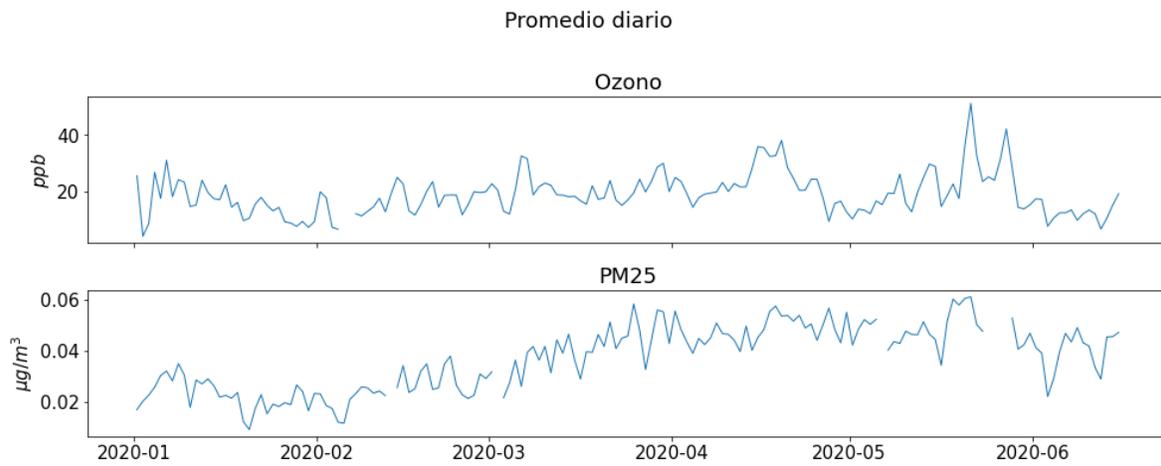
Asimismo, se realizó un análisis del promedio de las emisiones por día. Tanto en esta gráfica (2) como en la anterior se observa que el aumento de emisión está más marcado en el caso de las pm 2.5. Se puede observar que a partir de la contingencia hay un considerable aumento en la cantidad de pm 2.5 por día, manteniéndose por largos periodos (1-3 días) por encima del límite máximo permitido. A pesar de que las personas-en su mayoría- se limitaron a salir de espacios cerrados, es posible que los niveles críticos de contaminación hayan influido en la salud general de la población, especialmente de la población vulnerable, al provocar inflamación en áreas clave de las vías respiratorias.

En la gráfica (3) se observa una serie de picos de contaminación a finales de abril de 2020. Si se toma un periodo de incubación de la enfermedad de 2-3 semanas, corresponde al pico que se presentó en el periodo subsecuente del número de casos positivos de COVID-19. La gráfica (4) presenta un comportamiento similar en las mismas fechas (finales de abril y mediados de mayo). Ambas gráficas presentan fluctuaciones posteriores que coinciden con el aumento de casos. La coincidencia de ambos sucesos (aumento de contaminación con aumento de casos positivos) puede ser correlacional, aunque debido a las múltiples afectaciones que la contaminación causa al cuerpo se cree que es causal (entre otros factores).

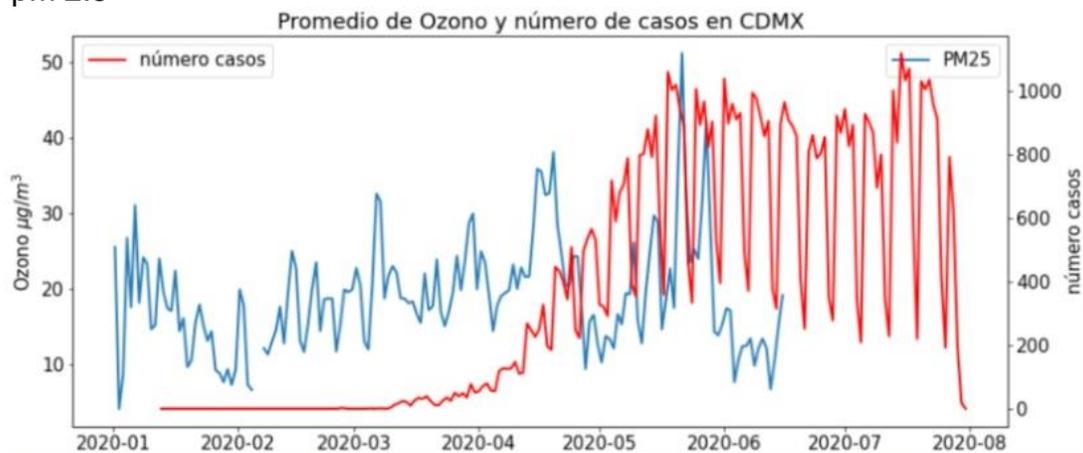
Múltiples investigaciones [10][9] han dejado en claro que la contaminación no es el único factor a considerar en la velocidad de propagación del virus, ni el más importante. Sin embargo, es necesario darle un mayor peso en los modelos que se han hecho de la pandemia actual, dado que, aunque los resultados analizados no son conclusivos y faltaría hacer un análisis a nivel global y constante para determinar su alcance, es seguro que el peso de la contaminación atmosférica juega un papel interesante. El conocimiento de la mayoría de las variables involucradas en la propagación ayudará a la realización de modelos más confiables.



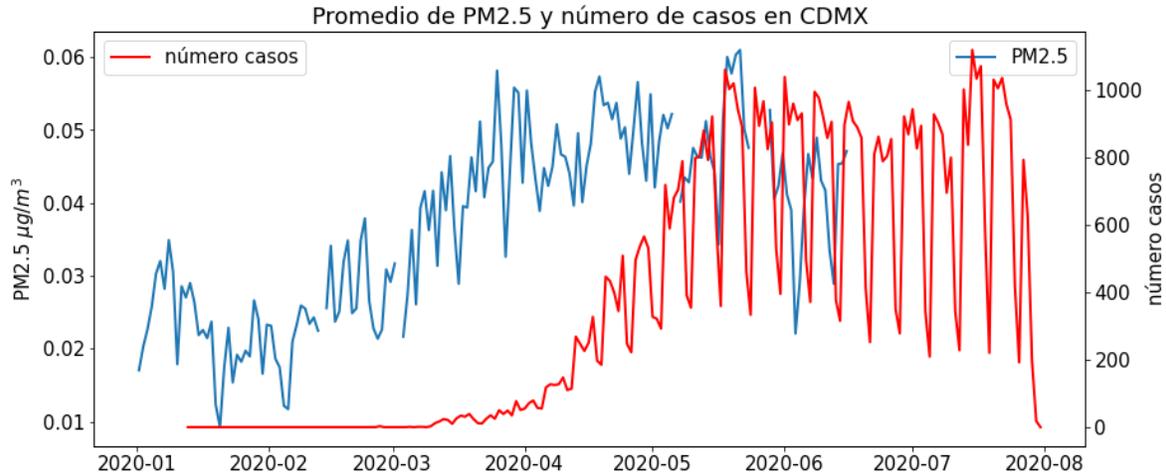
Grafica 1. muestra cómo el máximo diario de emisiones contaminantes aumentó durante la contingencia



Grafica 2. Se observa que el aumento de emisión está más marcado en el caso de las pm 2.5



Grafica 3. Se observa una serie de picos de contaminación a finales de abril de 2020



Grafica 4. Presenta un comportamiento similar en las mismas fechas (finales de abril y mediados de mayo)

Conclusión:

Es necesario un análisis que incluya una mayor cantidad de parámetros (humedad, precipitación, presión atmosférica, velocidad del viento) para poder establecer una relación causal con un mayor sustento, tomando en consideración que aún no se conoce todo del virus.

Sin dejar de lado la gran importancia de cuidar el medio ambiente, no solo por su posible correlación con el número de casos positivos de COVID-19, sino también para tener una mejor calidad de vida, evitando millones de muertes prematuras por los efectos negativos que genera la mala calidad del aire en los sistemas respiratorios de las personas a nivel mundial.

Referencias:

- [1] Air pollution and health.
- [2] OMS. (2005). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. 15/08/2020, de OMS Sitio web: [who.int/publications/list/who_sde_phe_oeh_06_02/es/](https://www.who.int/publications/list/who_sde_phe_oeh_06_02/es/)
- Brunekreef, B., & Holgate, S. T. (2002). Air pollution and health. *Lancet*, 360(9341), 1233–1242. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)11274-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)11274-8)
- Franklin, B. A., Brook, R., & Arden Pope, C. (2015). Air pollution and cardiovascular disease. *Current Problems in Cardiology*, 40(5), 207–238. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2015.01.003>
- Lois, E., Keating, E. L., & Gupta, A. K. (2003). Fuels. In *Encyclopedia of Physical Science and Technology* (pp. 275–314). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227410-5/00268-4>
- [3] Lucas W. Davis. (2017). Open Access Published: 02 February 2017 Saturday Driving Restrictions Fail to Improve Air Quality in Mexico City. 15/08/2020, de Scientific Reports Sitio web: <https://www.nature.com/articles/srep41652>

- [4] State of Global Air 2019. (2019). AIR QUALITY Population-weighted concentration HEALTH IMPACT. 15/08/2020, de STATE OF GLOBAL AIR Sitio web: <https://www.stateofglobalair.org/data/#/air/plot>
- [5] OMS. (2005). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. 15/08/2020, de OMS Sitio web: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=B2AF6E23FA3CAF822BAD4B3EE6F8992B?sequence=1
- [6] State of Global Air 2019. (2019). What is the impact on your health?. 12/08/2020, de State of Global Air 2019 Sitio web: <https://www.stateofglobalair.org/health>
- [7] Cristina Linares, Julio Díaz. (2009). Impact of particulate matter with diameter of less than 2.5 microns [PM2.5] on daily hospital admissions in 0–10-year-olds in Madrid. Spain [2003–2005]. 13/08/2020, de ScienceDirect Sitio web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911108000538>
- [8] Comisionado Federal para la Protección contra Riesgos. (2014). Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación.. 14/08/2020, de Gobierno de México Sitio web: <http://www.spabc.gob.mx/wp-content/uploads/2017/12/NOM-025-SSA1-2014.pdf>
- [9] Felix-Arellano, A., Schilmann, A., et. al. (2020) Revisión rápida. Contaminación del aire y morbilidad por COVID-19. doi.org/10.21149/11481
- [10] Xu, R., Rahmandad, J., et. al. (2020) *The Modest Impact of Weather and Air Pollution on COVID-19 Transmission. Non-published research.*