

## RUTAS AEROCOMERCIALES Y DISTRIBUCIÓN INTERNACIONAL DE COVID-19

ENRIQUE R. CASAL<sup>1</sup>, HUGO N. CATALANO<sup>2</sup>, EDGARDO N. VÁZQUEZ<sup>1</sup><sup>1</sup>Casa Médica Centrada en el Paciente, <sup>2</sup>Clínica Médica, Hospital Alemán, Buenos Aires, Argentina

**Resumen** La novel enfermedad COVID-19 ha tenido una rápida diseminación. Desde China, el virus viajó por todo el mundo. El potencial de la propagación global de COVID-19 fue anticipado y calculado mediante el uso de modelos matemáticos precisos. A estos modelos predictores se puede agregar información obtenida mediante la comparación de mapas gratuitos que representan la propagación internacional de la enfermedad y la densidad de las rutas aerocomerciales. Este análisis proporciona información de lo que parece ser una relación directa entre la distribución mundial inicial desigual de la enfermedad y la densidad del flujo aerocomercial. Esta comparación también puede estar sugiriendo la presencia de centros internacionales de distribución secundaria fuera de China. Con esta información de rápido acceso se puede contribuir a la mejor comprensión del derrame internacional de COVID-19 y orientar los esfuerzos de las políticas de salud para el control de esta y otras enfermedades infecciosas respiratorias agresivas.

**Palabras clave:** infección por coronavirus, viajes aéreos, neumonía, pandemia

**Abstract** *Commercial airline routes and international distribution of COVID-19.* COVID-19 has had a rapid dissemination. Departing from China, the virus has traveled all around the world. With the use of accurate mathematical models, the global spread of the disease was anticipated. Some additional information to these predictive models could be provided by the comparison of freely available maps depicting commercial air travel routes and disease spread. This analysis informs on what seems to be a direct relationship between the initially unequal worldwide distribution of the disease and the density of the commercial air traffic. This comparison may also help to identify international distributional hubs of the disease out of China. The observation of this easily accessible information may contribute to the understanding of COVID-19 spill over and help health control policies to better focus on the spread of this and other aggressively spreading respiratory infectious diseases.

**Key words:** coronavirus infections, air travel, pneumonia, pandemic

## PUNTOS CLAVE

- La pandemia de COVID-19 ha tenido una distribución inicial internacional relacionada con las rutas aerocomerciales.
- Los modelos implementados para predecir la distribución de la enfermedad y la distinta afectación de países/ciudades no predijo de modo eficiente lo que ocurriría.
- La superposición y comparación de mapas de diseño y tecnología innovadores, que son de libre acceso, ayuda a comprender mejor la distribución de una enfermedad viral de alta transmisibilidad como COVID-19.

La pandemia por COVID-19 ha tenido una rápida distribución internacional. Se presumía una mayor afectación inicial en ciudades orientales próximas o muy conectadas al sitio de origen, la ciudad de Wuhan, en la Provincia de Hubei, China. La distribución, sin embargo, siguió una

modalidad inesperada, afectando inicialmente, en mayor medida, países como Italia, Irán, España, Inglaterra y luego EE.UU.

Los autores revisaron la información que sugiriera explicaciones de esta distribución internacional, focalizando su atención en el tráfico aerocomercial, su representación gráfica y comparándola con los mapas que mejor describieran la distribución de la enfermedad en una fecha determinada.

La búsqueda se focalizó en referencias bibliográficas, material de libre acceso en la web y publicaciones de los medios.

En diciembre de 2019, un nuevo Coronavirus fue identificado en Wuhan, provincia de Hubei, China, como el agente causal de una grave enfermedad respiratoria de fácil transmisión interhumana. La condición se denominó COVID-19 y los casos iniciales estaban directamente relacionados con un mercado, donde parece haber comenzado el circuito de transmisión y la posterior propagación. En los meses siguientes se produjo una rápida y agresiva

Recibido: 25-VI-2020

Aceptado: 30-VII-2020

**Dirección postal:** Enrique R. Casal, Casa Médica Centrada en el Paciente, Pacheco de Melo 2483, 1425 Buenos Aires, e-mail:enrique.casal@casamedica.org

extensión global de casos que indujo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) a asignarle la categoría de pandemia<sup>1</sup>.

El alto grado de movilidad humana internacional, determinado por una mayor accesibilidad y utilización de los viajes aerocomerciales, está produciendo una notoria facilitación de la frecuencia y el alcance de las epidemias por enfermedades infecciosas. Dos experiencias históricas recientes ejemplifican este proceso en el que los vuelos comerciales se comportan como el vector de enfermedades virales, tal el caso de la pandemia de influenza H1N1 originada en México en 2009 y el MERS-CoV, originado en Arabia Saudita en 2012<sup>2</sup>.

Con el conocimiento generado por estas experiencias, la OMS recomendó medidas para el control de la transmisión de COVID-19 en vuelos comerciales. Inicialmente, propuso controles de rastreo de la enfermedad en países con la posibilidad de originar o recibir la transmisión e instó a poner en práctica medidas sanitarias efectivas conmensurables con el grado de riesgo para la salud pública que a la vez evitaran restricciones innecesarias en el tráfico internacional durante la crisis de COVID-19. Luego de las olas sucesivas de propagación internacional de la enfermedad, un alto número de naciones impusieron restricciones estrictas al transporte aéreo humano internacional<sup>3</sup>.

Para conocer mejor la temida diseminación internacional del COVID-19, se comparó su posible distribución geográfica con información provista por la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA). Para lograrlo, se consideraron los vuelos internacionales originados en Wuhan con destino a ciudades adonde transportaran al menos 100 000 pasajeros durante febrero, marzo y abril de 2019, vuelos directos o con escala en China continental. Con estos datos se construyó un mapa que predecía el impacto global de esta enfermedad y señalaba los veinte destinos internacionales donde con mayor probabilidad se propagaría inicialmente la enfermedad. Nueve de las diez ciudades más amenazadas se encontraban en Asia-Oceanía, Londres se ubicaba en el décimo lugar y ninguna ciudad de Latinoamérica estaba representada en los mapas de la posible diseminación<sup>4</sup>. Se hicieron también precisos análisis anticipatorios calculando el arribo de la enfermedad a México<sup>5</sup>, su distribución en Europa y las consecuencias que hubiera ocasionado postergar la prohibición de los desplazamientos aerocomerciales internacionales<sup>6</sup>.

La pandemia de COVID-19 se extendió inicialmente por países como Italia, España, Irán, Inglaterra y EE.UU.; un caso especial resultó ser la ciudad de Nueva York, donde alcanzó altas tasas de morbilidad y mortalidad<sup>7</sup>.

Solo luego de la epidemia europea se distribuyó la enfermedad en países más distantes como Argentina y Sudáfrica, con una afectación inicial moderada, sin repetirse en ellos hasta el momento la experiencia de los

países más afectados. La pandemia podría haber seguido un camino de sucesivas postas o sitios de redistribución internacional, posiblemente determinado por el flujo aerocomercial internacional.

Parece conveniente intentar otras estrategias anticipatorias que identifiquen la ruta posible de la transmisión internacional de la enfermedad y que complementen las ya utilizadas. Como estrategia, nos propusimos la simple observación directa de los mapas que mejor grafican las rutas aerocomerciales y la distribución de la enfermedad.

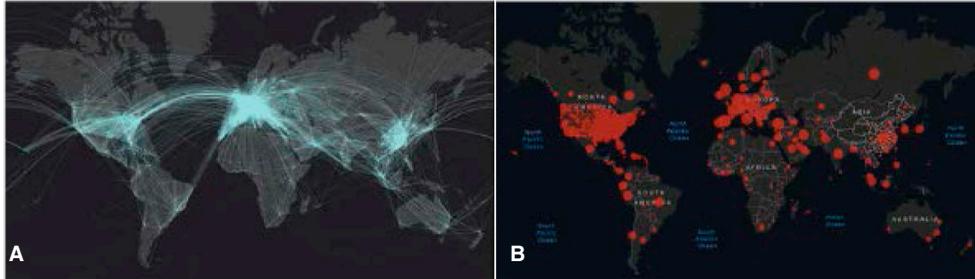
Como antecedente de este procedimiento de comparación debe mencionarse que se trata de una técnica que está presente en la medicina desde la aparición de la epidemiología como disciplina. Mediante la observación de mapas, John Snow pudo establecer en 1864 que los casos de cólera en Londres se acumulaban especialmente en sitios próximos a una bomba de agua para uso público y así identificar el vehículo altamente probable de la enfermedad<sup>8</sup>.

Hemos mencionado la particular afectación de Nueva York por la pandemia. La sobreimposición de los mapas también fue aquí utilizada para comprender la distribución inicial con crecimiento exponencial de casos de COVID-19 en la ciudad. Se pudo establecer así una estrecha relación, no explicable por otras causas, entre el volumen de ingresos de individuos al transporte subterráneo metropolitano y la densidad en la distribución de casos en las distintas áreas de la ciudad identificadas por su código postal<sup>9</sup>.

En los últimos años, una tecnología innovadora ha permitido diseñar mapas de alta precisión. Los mapas de *Facebook* han demostrado su capacidad para graficar con extremo detalle y calidad las vías terrestres de transporte. Los contactos y señales de las comunicaciones entre individuos, establecidas mayormente con el uso de celulares, marcan sobre la tierra los sitios de transporte o caminos y mejoran el desempeño de los mapas generados con métodos tradicionales<sup>10</sup>.

La empresa de *software* Esri, en su diseño *Airflow Pro*, ha utilizado una tecnología análoga a la de *Facebook*, con un *software* denominado *ArcGIS Pro*, que combina el análisis de mapas para identificar en ellos múltiples actividades, con estrategias inteligentes de locación, en este caso las rutas de aerotransporte comercial (Fig. 1.A). Desde 2015, esta información es accesible sin restricciones en la web al alcance de cualquier observador. Se visualizan allí 58 000 rutas de tráfico aéreo en un solo mapa<sup>11</sup>. Utilizando la misma plataforma, esta empresa ha producido el planisferio donde ahora representa también de modo inteligente los casos de COVID-19, información provista por expertos del *Johns Hopkins School of Medicine* (Fig. 1.B). Este mapa se ha convertido en el punto de referencia para comprender la evolución de la pandemia y conocer la densidad global de los casos confirmados acumulativos (<https://coronavirus.jhu.edu/map.html>)<sup>12</sup>.

Fig. 1. A.— Alrededor de 58 000 rutas de tráfico aéreo visualizadas en un mapa (Esri, ArcGis Pro. Airflow Pro. <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=228618d5ccf74609bbee246b04120380>). B. Tablero que representa casos confirmados acumulados de Covid-19. Representación del 24 de abril de 2020 (Producido por Center for System Science and Engineering at Johns Hopkins University, <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>)



Se dispone entonces de dos representaciones gráficas que utilizan un planisferio con una tecnología similar y de libre acceso. Conocedores de esta circunstancia, implementamos la simple observación y la superposición de estos dos mapas, flujo aerocomercial y distribución internacional de la enfermedad durante el período inicial de la pandemia. Seleccionamos por conveniencia los mapas disponibles el 24 de abril de 2020. Conocedores también de este dato, medios periodísticos han producido, mediante la utilización de un *software* apropiado, una visualización dinámica de estos mapas superpuestos, que permite desplazamientos horizontales de una línea vertical sobre el planisferio. Se mejora así la comparación visual de la propagación internacional de la enfermedad<sup>13</sup>.

Estos hallazgos sugieren fuertemente que la mayor densidad de vuelos comerciales en algunas áreas, y su mapa obtenido con herramientas de inteligencia artificial, podrían colaborar en la comprensión de las diferencias geográficas observadas en la transmisión de la enfermedad. Es probable que expliquen con mayor claridad la alta carga de virus transportada inicialmente por pacientes sintomáticos y asintomáticos, así como la existencia de nodos de distribución fuera de la misma China.

Es probable que comunidades más alejadas de las rutas aerocomerciales internacionales centrales hayan recibido menor carga viral y en consecuencia se encuentren en una situación distinta y ventajosa para implementar estrategias de contención local. Otras ciudades con densas y próximas conexiones aerocomerciales recibieron una carga de transmisión viral voluminosa y casi inesperada. En el período inicial de la pandemia, el tráfico aerocomercial habría distribuido un inóculo de muy distinta magnitud entre diferentes regiones geográficas. Las modificaciones posteriores a la distribución señalada parecen estar determinadas por las políticas específicas de cada país o

región que influenciaron los contagios locales. Si bien se ha utilizado una técnica observacional extremadamente simple, es poco probable que se encuentren otras explicaciones para estas coincidencias entre densidad de vuelos y distribución de la enfermedad.

Como limitación de este método de sencilla observación debe señalarse que los mapas utilizados son de libre disponibilidad en los medios y no han sido diseñados *ad hoc*. Además, los dos mapas utilizados no son estrictamente contemporáneos.

La técnica de sobreimpresión de mapas, ahora utilizando el auxilio de nuevas tecnologías, parece seguir ofreciendo explicaciones útiles para comprender mejor algunos fenómenos como esta pandemia. La corroboración de estos hallazgos requerirá un análisis más detallado y preciso, para contribuir a una mejor comprensión y la consecuente protección en el sistema vigente de vuelos comerciales.

**Conflicto de intereses:** Ninguno para declarar

## Bibliografía

1. Organización Mundial de la Salud. Brote de enfermedad por coronavirus (COVID-19). En: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019>; consultado abril 2020.
2. Findlater A, Bogoch II. Human mobility and the global spread of infectious diseases: a focus on air travel. *Trends Parasitol* 2018; 34: 772-83.
3. International Air Transport Association (IATA), Government Measures Related to Coronavirus (COVID-19). En: <https://www.iata.org/en/programs/safety/health/diseases/government-measures-related-to-coronavirus/?search=sain&ordering=Relevance>; consultado abril 2020.
4. Bogoch II, Watts A, Thomas-Bachli A, Huber C, Kraemer MUG, Khan K. Potential for global spread of a novel coronavirus from China. *J Travel Med* 2020; 27: taa011.
5. Cruz-Pacheco G, Bustamante-Castañeda JF, Caputo JG, Jiménez-Corona ME, Ponce-de-León-Rosales S. Dispersion of a new coronavirus SRAS-COV-2 by airlines in

- 2020: temporal estimates of the outbreak in Mexico. *Rev Invest Clin* 2020; 72: 138-43.
6. Luo G, McHenry ML, Letterio JJ. Estimating the prevalence and risk of COVID-19 among international travelers and evacuees of Wuhan through modeling and case reports. *PLoS One* 2020; 15: e0234955.
  7. NYC Health. COVID-19: Data. En: <https://www1.nyc.gov/site/doh/covid/covid-19-data.page>; consultado julio 2020.
  8. Snow J. On the mode of communication of cholera (2<sup>nd</sup> ed.). London: John Churchill, 1855. En: <https://collections.nlm.nih.gov/ext/cholera/PDF/0050707.pdf>; consultado abril 2020.
  9. Harris JE. The subway seeded the massive coronavirus epidemic in New York City. En: <http://www.nber.org/papers/w27021>; consultado abril 2020.
  10. Esri and Facebook Collaborate to Release New Open-StreetMap-Ready Datasets. En: <https://www.esri.com/about/newsroom/announcements/esri-and-facebook-collaborate-to-release-new-openstreetmap-ready-datasets/>; consultado julio 2020.
  11. Esri, ArcGis Pro. Airflow Pro over 58000 air traffic routes visualized in one map. En: [http://www.arcgis.com/apps/OnePane/storytelling\\_basic/index.html?appid=605204b677894f0da7a1acd83b9ee308&\\_ga=1.47316964.235754488.1426102017](http://www.arcgis.com/apps/OnePane/storytelling_basic/index.html?appid=605204b677894f0da7a1acd83b9ee308&_ga=1.47316964.235754488.1426102017); consultado abril 2020.
  12. Dong E, Du H, Gardner L. An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *Lancet Infect Dis* 2020; 20: 533-3.
  13. La Nacion, Economía, 28 ABR 2020 | 12:09 | Coronavirus. El mapa que revela el vínculo entre el tráfico aéreo y la propagación del Covid-19. En: <https://www.lanacion.com.ar/economia/coronavirus-el-mapa-revela-vinculo-traffic-aereo-nid2358969>; consultado abril 2020.