

Determinación de la flotabilidad del coronavirus SARS-CoV-2

Ing. Eduardo A. Mantineo*

Industrias Mantineo. Av. San Martín 2174, M5500EHM Mendoza, Argentina

eduardomantineo@yahoo.com.ar

Resumen

En este desarrollo se trata de demostrar que el coronavirus SARS-CoV-2, responsable de producir la enfermedad COVID-19, se transmite por el aire mediante partículas aerosolizadas portadoras del virus. De esta forma podrían alcanzar las vías respiratorias de las personas, dependiendo del conglomerado urbano, y de la cantidad de individuos infectados, haciendo que la enfermedad se propague con más velocidad.

Palabras clave: Coronavirus, COVID-19, SARS-CoV-2, flotabilidad.

Abstract

This development tries to demonstrate that SARS-CoV-2 coronavirus, responsible for producing the COVID-19 disease, it is transmitted by air, through aerosolized particles that carry the virus. In this way they could reach people's airways, depending on the urban conglomerate, and the number of infected persons, spreading the disease spread more quickly.

Key words: Coronavirus, COVID-19, SARS-CoV-2, floatability.

Introducción

A fines de enero, se empezó a tener conocimiento que, en la ciudad de Wuhan, República popular China (BBC News, 2020), estaba comenzando una epidemia provocada por un virus desconocido muy agresivo que causaba gran cantidad de decesos de personas, comprobándose la rapidez con que se transmitía, era evidente que, por la globalización y conectividad mundial existente en la actualidad, no iba a tardar mucho tiempo en diseminarse.

En pocas semanas se propagó por todo el mundo, transformándose en pandemia y fue declarada como tal por la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, 2020).

El SARS-Cov2 es un virus altamente contagioso, que se propaga por contacto, por ejemplo, si una persona toca una superficie contaminada y en algún momento se toca la cara, el virus es capaz de penetrar vía mucosas, de allí la importancia de higienizar permanentemente las manos (Mallapaty, 2020).

Debido a la velocidad de propagación del virus SARS-CoV-2 en el mundo, podríamos deducir que el virus es transmisible por el aire, como lo hace el SARS-CoV-1 (Morawska y Cao, 2020) así como muchos otros patógenos y virus responsables de enfermedades broncopulmonares de origen respiratorio como la influenza aviar o la influenza H1N1.

El sarampión es un virus de transmisión aérea altamente contagioso, el cual se propaga primordialmente a través del sistema respiratorio, y puede ser pasado de persona a persona vía gotitas de saliva o gotas de Flügge (Galton et al., 2011), que contienen partículas del virus como las producidas por un paciente con tos, secreciones o partículas expulsadas en la espiración. El virus del sarampión tiene entre 120 y 140 nm de diámetro muy similar a las dimensiones del SARS-CoV-2, independientemente de la composición química, en esas dimensiones no puede diferir mucho su peso.

El virus presente en el aire o sobre superficies infectadas sigue siendo contagioso durante periodos de hasta dos horas (Hamborsky et al., 2015). Sin embargo, se ha comprobado que el virus SARS-CoV-2, vive más tiempo en las superficies (van Doremalen, et al., 2020).

El objetivo de este artículo es demostrar que la propagación del coronavirus es posible a través de partículas aerosolizadas portadoras del virus, utilizando como modelo al virus del sarampión.

Metodología y desarrollo

Para demostrar que el virus SARS-CoV-2 es transmisible vía aerosoles, se usaron los datos conocidos de otro virus que se transmite por la misma vía, en este caso el virus del sarampión. Los métodos utilizados para demostrar la forma de transmisión se detallan a continuación:

Datos disponibles del virus del sarampión:

$\varnothing = 120 - 160 \text{ nm}$ (diámetro estimado del virus)

$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} = 10^{-7} \text{ cm} = 10^{-6} \text{ mm}$

$\rho = 1.06 \text{ a } 1.1 \text{ g/cm}^3$ peso específico de una glicoproteína del virus de sarampión (Gelderblom, 1996).

A los fines prácticos, se asume que la forma es aproximadamente esférica. Se calcula el peso aproximado de la gotícula, de la siguiente manera:

$V = 4/3\pi r^3 = 2.14466 \times 10^{-12} \text{ mm}^3$

($r = 80 \times 10^{-6} \text{ mm}$)

$P = \rho \cdot V = 2.365 \times 10^{-15} \text{ g}$

($\rho = 1.1 \text{ g/cm}^3 = 0.0011 \text{ g/mm}^3$)

Para el cálculo se considera como unidad el mm (milímetro).

Se procede a realizar el mismo cálculo con una gota de saliva de 1 mm de diámetro. La saliva está compuesta en más del 99% de agua, minerales, sólidos orgánicos, electrolitos, etc. (Kubala, et al., 2018).

$\rho = 1.002 \text{ a } 1.020 \text{ g/cm}^3$

(peso específico aproximado de la saliva)

$V = 4/3\pi r^3 = 0.5235988 \text{ mm}^3$ (para $r = 0.05 \text{ mm}$)
- volumen de la gotícula

$P = \rho \cdot V = 5.288 \times 10^{-4} \text{ g}$ - Peso de la gotícula.

Con los resultados obtenidos, se puede deducir que una gotita de saliva puede contener millones de virus, que todo el conjunto tiene peso, y por lo tanto precipitará, contaminando las superficies en donde caigan. Está propagación dependerá de varios factores como la aceleración de la gravedad, la fricción con el aire del medio ambiente, las condiciones climáticas presentes, como humedad, temperatura y presión atmosférica.

Es necesario agregar que la distancia obtenida por esta gotícula de saliva dependerá de la velocidad alcanzada en la expulsión de esta, ya sea por estornudo, tos o simplemente hablando. (Bourouiba, 2020).

Este microsistema puede proyectarse multiplicándose por miles, en suspensión coloidal, es decir un sistema formado por dos o más fases líquida o gaseosa y otro disperso en forma de partículas, generalmente solidas en diámetros comprendidos entre 10^{-9} m y 10^{-5} m .

Por regla general, la peligrosidad de las partículas en suspensión es directamente proporcional a su tamaño, cuanto más pequeñas son, pueden penetrar más fácilmente en nuestras vías respiratorias, llegando hasta los bronquios, los alvéolos, pulmones y, por ende, al torrente sanguíneo.

En medio ambientes en donde hay polución, el virus es más nocivo, porque se mezcla con partículas en suspensión y permanecer más tiempo en aire (Ogen, 2020)

Por último, es posible saber que cuando se produce un estornudo salen disparadas una gran cantidad de gotas de varios tamaños y por supuesto de distinto peso, algunas, las más pesadas caerán a poca distancia, otras a mayor distancia y las más pequeñas las podremos ver formando un spray de partículas, aerosolizadas. Si una persona está infectada una gran cantidad de esas partículas contendrán virus, transportándose en forma de microgotículas.

Para calcular la velocidad de caída de estas microgotículas cargadas con cierta

cantidad de virus, se supone que las partículas más livianas describen una trayectoria más aplanada, alcanzando una determinada distancia y partir de allí comenzarían a caer libremente en el ambiente con cierta fricción contra el aire con una determinada viscosidad, siendo este parámetro variable con la temperatura.

Para esto se recurre a la mecánica de los fluidos y se utiliza para el cálculo la fórmula de Stokes (Stokes, 1851):

$$V_s = \frac{2r^2g(\delta_p - \delta_f)}{9\eta}$$

Siendo:

V_s : velocidad de caída de la partícula

g : aceleración de la gravedad

r : radio de la partícula

δ_p : densidad de la partícula

δ_f : densidad del fluido

η : viscosidad del fluido

Y las constantes con los valores:

$$g = 981 \text{ cm/s}^2$$

$$\delta_f = 0.00129 \text{ g/cm}^3$$

(densidad estándar del aire)

$$\delta_p = 1.1 \text{ g/cm}^3 \text{ (microgotas con virus)}$$

$$\eta = 181 \times 10^{-6} \text{ g/cm} \cdot \text{s}$$

(a 15°C de temperatura)

r en [cm]

Considerando distintos casos variando la medida del radio:

1. Partícula diámetro = 1 mm = 0.1 cm, $r = 0.05$ cm
 $V_s = 3308.3 \text{ cm/s}$
2. Partícula diámetro = 0.1 mm = 0.01 cm, $r = 0.005$ cm
 $V_s = 33 \text{ cm/s}$
3. Partícula diámetro = 0.01 mm (centésima de mm) = 0.001 cm, $r = 0.0005$ cm
 $V_s = 0.33 \text{ cm/s} = 3.3 \text{ mm/s}$

4. Partícula diámetro 0.001 mm = 0.0001 cm, $r = 0.00005$ cm

$$V_s = 0.0033 \text{ cm/s} = 3.3 \text{ centésimas de milímetro/segundo}$$

Conociendo la velocidad, se puede calcular cuánto tiempo tarda en precipitarse. Entonces, estableciendo una altura de recorrido de 150 cm más o menos, que sería la distancia que hay desde la boca al piso de una persona de altura media y teniendo en cuenta las condiciones sobre la trayectoria antes establecidas.

$$T = Y / V_s \text{ tiempo de recorrido}$$

Y : distancia recorrida

V_s : velocidad

$$1. T = 150 / 3308.3 = 0.0453 \text{ s}$$

$$2. T = 150 / 33 = 4.545 \text{ s}$$

$$3. T = 150 / 0.33 = 454.5 \text{ s, es decir, 7.57 min}$$

$$4. T = 150 / 0.0033 = 45454.54 \text{ s, es decir, 12.62 h}$$

Se observa que a medida que decrece el tamaño de la partícula, mayor tiempo tardará en precipitarse, esto se ajusta a la realidad y a experiencias empíricas (van Doremalen, et al., 2020), sin tener en cuenta el posible desplazamiento debido al viento.

Es interesante vincular las conclusiones efectuadas en un trabajo científico realizado entre la Universidad China de Hong Kong y la Universidad College London (Tang et al., 2006). En esos trabajos se afirma que la supervivencia de patógenos en aerosol depende de las condiciones ambientales, como temperatura y humedad, pudiéndose transmitir a través de cortas y largas distancias. A distancias menores a un metro la transmisión ocurre principalmente por la interacción entre zonas de respiración de los individuos. A mayores distancias la transmisión acontece por flujos de aire impulsados por diferencias de presión generadas por sistemas ventilación, ventanas y puertas abiertas, movimiento de personas o diferencias de temperatura.

Conclusiones

Teniendo en cuenta todos los estudios mencionados en este ensayo, no es posible ignorar que las transmisiones cargadas de gotículas de COVID-19 son inciertas. Mejores métodos de protección son primordiales para evitar contagios, especialmente en espacios cerrados (Jayaweera et al., 2020). Por tal motivo es recomendado el uso de barbijo, mascarilla o tapaboca, indefectiblemente como un medio más de protección, aparte de las otras recomendaciones dadas por los profesionales de la salud (Lee et al., 2020). Los médicos encargados de la atención a los enfermos deben estar más protegidos, porque están expuestos a una importante carga viral (Shimin Chung et al., 2014, Sim et al., 2014).

Concluyendo, se ha demostrado con este sencillo desarrollo, que las partículas en aerosol pueden permanecer mucho tiempo suspendidas en el aire con lo cual el contagio se efectuaría simplemente por este aire. Si estas partículas son patogénicas, como es el caso del coronavirus, es necesario tener en cuenta que puede ser también una fuente de contagio (Ferstrom et al., 2013).

Agradecimientos

Al Dr. Bioing. Matías E. A. Mantineo por su ayuda y dedicación en la redacción y corrección de este artículo.

Referencias

- BBC News Newspaper (2020) China coronavirus: Lockdown measures rise across Hubei province (<https://www.bbc.com/news/world-asia-china-51217455>)
- Bourouiba L (2020) Turbulent Gas Clouds and Respiratory Pathogen Emissions. Potential Implications for Reducing Transmission of COVID-19. *JAMA Insights* 323(18):1837-1838. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.4756>
- Ferstrom A, Goldblatt MG (2013) Aerobiology and Its Role in the Transmission of Infectious Diseases. *Journal of Pathogens* 2013:493960. <https://doi.org/10.1155/2013/493960>
- Gelderblom HR (1996) Structure and Classification of Viruses. 4th edition Chapter 41. Medical Microbiology, Galveston (TX).
- Gralton J, Tovey E, McLaws ML, Rawlinson WD (2011). The role of particle size in aerosolised pathogen transmission: a review. *The Journal of Infection* 62(1): 113. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2010.11.010>
- Hamborsky J, Wolfe C, Kroger A (2015) Chapter 13 Measles. Epidemiology and Prevention of Vaccine-Preventable Diseases. In *The Pink Book: Course Textbook - 13th Edition*, Public Health Found, Washington D.C.
- Jayaweera M, Perera H, Gunawardana B, Manatunge J (2020) Transmission of COVID-19 virus by droplets and aerosols: A critical review on the unresolved dichotomy. *Environmental Research* 188:109819. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109819>
- Kubala E, Strzelecka P, Grzegocka M, Lietz-Kijak D, Gronwald H, Skomro P and Kijak E (2018) A Review of Selected Studies That Determine the Physical and Chemical Properties of Saliva in the Field of Dental Treatment. <https://doi.org/10.1155/2018/6572381>
- Lee I-K, Wang C-C, Lin M-C, Kung C-T, Lan K-C, and Lee C-T (2020) Effective strategies to prevent coronavirus disease-2019 (COVID-19) outbreak in hospital. *Journal of Hospital Infection*. pp.102–103. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.02.022>
- Mallapaty S (2020) Why does the coronavirus spread so easily between people? *Nature* 579(7798):183. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00660-x>
- Morawska L, Cao J. (2020) Airborne transmission of SARS-CoV-2: the world should face the reality. *Environ Int* 139:105730. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105730>

Artículos

- Ogen Y (2020). Assessing nitrogen dioxide (NO₂) levels as a contributing factor to coronavirus (COVID-19) fatality. *Science of The Total Environment* Vol 726:138605. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138605>
- Shimin Chung J, Lin Ling M, Hong Seto W, Sze Peng Ang B & Anantharajah Tambyah P (2014) Debate on MERS-CoV respiratory precautions: surgical mask or N95 respirators? *Singapore Medical Journal* 55(6): 294–297. <https://doi.org/10.11622/smedj.2014076>
- Sim SW, Moey KSP, Tan NC (2014). The use of facemasks to prevent respiratory infection: a literature review in the context of the Health Belief Model. Singapore
- Medical Journal 2014; 55(3): 160-167. <https://doi.org/10.11622/smedj.2014037>
- Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, Tamin A, Harcourt JL, Thornburg NJ, Gerber SI, Lloyd-Smith JO, de Wit E & Munster VJ. Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1 (2020) *The New England Journal of Medicine* 2020;382:1564-1567. <https://doi.org/10.1056/NEJMc2004973>
- Stokes GG (1851) On the effect of internal friction of fluids on the motion of pendulums. *Transactions of the Cambridge Philosophical Society*. 9, part ii: 8–106.
- Tang JW, Li Y, Eames I, Chan PKS, Ridgway GL (2006) Factors involved in the aerosol transmission of infection and control of ventilation in healthcare premises. *Journal of Hospital Infection* (2006) 64, 100e114. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2006.05.022>
- World Health Organization (2020) WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 (<https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>).