

Estimación del riesgo de infección por aerosoles de SARS-CoV-2 al regreso a clases presenciales en la Facultad Mexicana de Medicina.

Un estudio piloto

Elliot Gabriel Gama-Reyes¹, Sydney Abisag Sandoval-Nava¹, Aranza Sánchez-Farías¹, Alejandro Daniel Domínguez-González²

¹Universidad La Salle México, Facultad Mexicana de Medicina. Ciudad de México, México.

²Universidad La Salle México, Vicerrectoría de Investigación. Ciudad de México, México.

elliott.gama@lasallistas.org.mx, sydney.sandoval@lasallistas.org.mx, aranza.sanchez@lasallistas.org.mx, alejandro.dominguez@lasalle.mx

Resumen. La actual pandemia por COVID-19 generó un impacto negativo en la educación en México por la suspensión de clases presenciales. El objetivo del estudio fue estimar el riesgo de infección por aerosoles de SARS-CoV-2 en las aulas al regreso a clases en la Facultad Mexicana de Medicina (FMM). Se utilizó un software para aproximar la exposición de quanta por susceptible usando los datos específicos de la FMM. Los resultados muestran una baja probabilidad de infección por persona en 1 clase, valores que aumentan tomando en cuenta el número de clases y personas en el aula. Las medidas propuestas por la FMM de 50 minutos por clase y 12 personas en el aula mantuvieron un bajo riesgo, además el uso de máscaras N95 y el incremento de población inmune al 75% fueron las medidas de mayor reducción de riesgo; esto permitió generar recomendaciones para reducir la incidencia en la Facultad en donde es posible mantener el riesgo de infección por debajo de 0.001% por clase.

Palabras Clave: COVID-19, Regreso a clases, Aerosoles.

1 Descripción de la problemática prioritaria abordada

En diciembre de 2019, en la ciudad de Wuhan de la República Popular China, inició un brote de neumonía denominado como la COVID-19 causada por el Síndrome Respiratorio Agudo Severo Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) que se transmite por vía aérea (1, 2).

La Organización Mundial de la Salud ha emitido recomendaciones acerca del regreso a clases presenciales. Sin embargo, los análisis de riesgo de infección en escuelas son escasos. Por este motivo, es necesario obtener predicciones de este riesgo que incidan en la toma de decisiones académicas y logísticas para disminuir la incidencia y evitar el contagio en la comunidad al regresar a clases presenciales; así se repercute positivamente en la salud y el bienestar de los estudiantes y docentes.

2 Objetivo

Estimar el riesgo de infección por aerosoles de SARS-CoV-2 dentro de las aulas durante la etapa de regreso a clases presenciales en la Facultad Mexicana de Medicina mediante un software diseñado para tal efecto y así poder informar acerca del riesgo de infección e incidir positivamente en la Problemática Prioritaria de Salud y el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) de Salud y Bienestar en la comunidad.

3 Propuesta de solución

Se realizó un estudio prospectivo donde se estimó la transmisión de aerosoles de SARS-COV-2 en las aulas de la FMM al regreso a clases presenciales utilizando una aproximación de la exposición de quanta (la colección de partículas virales que pueden infectar a personas susceptibles) en un espacio para medir la probabilidad de infección en cada salón. Para ello se utilizó la calculadora “COVID-19 Aerosol Transmission Estimator” (3) que utiliza la ecuación [1] de Wells-Riley (4).

$$p1 = 1 - e^{-Cinh} \quad [1]$$

En donde p es la probabilidad de infección y Cinh representa la cantidad de quanta inhalada.

Se estimó la probabilidad de infección y se aplicó en tres escenarios distintos: resultados condicionales para un evento, resultados absolutos para un evento y resultados absolutos para múltiples eventos; tomando en cuenta estimaciones realizadas para las condiciones de la FMM.

Se usaron parámetros modificables como el número y la duración de las clases, el número de personas presentes en el aula y la tasa de ventilación del aula. En cuanto a los parámetros no modificables, se tomó en cuenta la longitud, ancho y altura del salón de clases, la tasa de descomposición y deposición viral, la fracción de la población inmune (de acuerdo con la estimación del porcentaje de población con anticuerpos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición COVID-19), la probabilidad de ser infeccioso, el porcentaje de hospitalización y letalidad de la Ciudad de México, así como la tasa de ventilación y emisión de CO₂ por individuo y la tasa de emisión de quanta por infectado.

Se reconocen como limitantes a este estudio la variabilidad horaria y estacional de parámetros como la temperatura y humedad relativa, la tasa de ventilación del aula, el porcentaje de la población inmune, la eficiencia de máscaras y la tasa de emisión de quanta, ya que aún con los instrumentos adecuados para medirlos, existe una alta variabilidad de los valores.

4 Discusión de resultados e impactos obtenidos

A partir del 26 de abril del 2021 se permitió el ingreso de estudiantes a la Facultad para realizar prácticas de laboratorio. Durante el periodo comprendido entre el 26 de abril al 7 de mayo del 2021, los alumnos de cuarto semestre asistieron a 3 sesiones de laboratorio por grupos de 12 personas (10 alumnos, 1 docente y 1 laboratorista). En total se realizaron 27 sesiones con una muestra de 96 participantes (90 estudiantes y 6 docentes y laboratoristas)

La Tabla 1 registra las estimaciones del riesgo al cual una persona se sometería al participar en una sesión de laboratorio tomando en cuenta el porcentaje de infecciosos y el número de personas en las aulas de la FMM. Este resultado es de vital importancia para resolver la preocupación de la población de la Facultad en cuanto a su salud y bienestar.

En las figuras se muestra la relación entre distintas variables del estudio con la probabilidad de infección por persona durante 1 sesión de laboratorio; en rojo se representan los valores estimados para las condiciones reales de la FMM. El análisis del impacto de las variables permite direccionar la información de este estudio hacia recomendaciones para el manejo de cada parámetro y así poder reducir el riesgo en la comunidad. En las Figuras 1 y 2, se muestra que la duración de la clase y el número de personas son directamente proporcionales a la probabilidad de infección. En estos rubros, los lineamientos de la FMM fueron adecuados para reducir el riesgo de contagio. La Figura 3 refleja la importancia de la eficiencia de las máscaras faciales siendo N95 las de mayor

reducción de riesgo. También es posible observar en la Figura 4, que el número de clases por semana es directamente proporcional al riesgo.

Tabla 1. Resultados absolutos para una clase asumiendo el número de infecciosos en la comunidad.

| Rubro | Probabilidad | Rubro | Casos |
|---------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|
| Probabilidad de infección por persona | 0.000787% (78.7/100,000) | Estimación del número total de casos | 0.0000648 (6.5/100,000) |
| Probabilidad de hospitalización por persona | 0.000013% (1.3/100,000) | Estimación del número total de hospitalizaciones | 0.0000011 (0.1/100,000) |
| Probabilidad de muerte por persona | 0.000004% (0.4/100,000) | Estimación del número total de muertes. | 0.0000003 (0.03/100,000) |

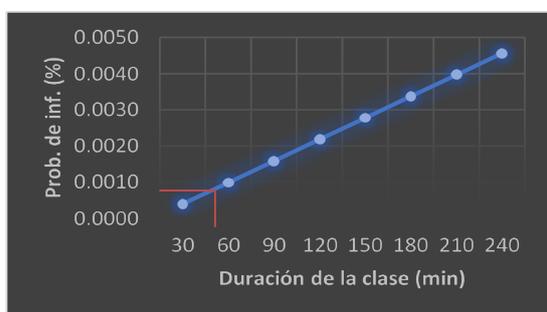


Figura 1. Duración de la clase vs. Probabilidad de infección por persona. Elaboración propia.



Figura 2. Número de personas en el aula vs. Probabilidad de infección por persona. Elaboración propia.

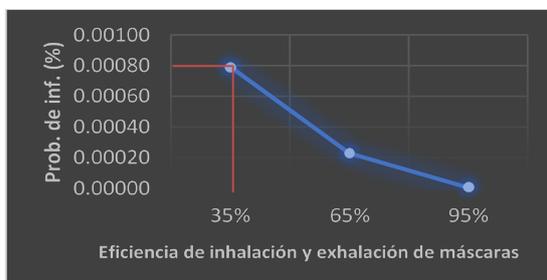


Figura 3. Eficiencia de inhalación y exhalación de máscaras vs. Probabilidad de infección por persona. Elaboración propia.



Figura 4. Número de clases por semana en grupos de 10 vs. Casos totales en la facultad en 1 semestre. Elaboración propia.

En el contexto de la FMM, el uso correcto y mandatorio de máscaras faciales seguido del incremento al 75% del porcentaje de la población inmune generaría la mayor reducción de probabilidad de infección; esto apunta a la necesidad indiscutible de la vacunación de toda la población. Por otra parte, la tasa de ventilación del aula es un parámetro para considerar con una reducción entre 1 a 6 Cambios de Aire por Hora (ACH, por sus siglas en inglés) en un factor de 2.

Para una persona en particular, la probabilidad de infección en 1 semestre con 24 clases a la semana sería de 0.40% (40,000/100,000). De acuerdo con la Figura 4, el regreso a clases presenciales resultaría en el inevitable surgimiento de cuando menos 1 caso en escuelas y universidades de entre 700-1000 alumnos en las condiciones actuales de la Ciudad de México sólo debido a aerosoles dentro de las aulas.

5 Conclusiones y perspectivas futuras

El riesgo de infección por clase es mínimo, sin embargo, aumenta a lo largo de un semestre y puede ser engañoso debido a la evidencia de casos de supertransmisión. Por otro lado, la mejor alternativa continúa siendo la vacunación, el uso correcto y obligatorio de máscaras eficientes y el incremento de la ventilación por arriba de 4-5 ACH en interiores.

Recomendamos que, si no es posible realizar sesiones al aire libre, se usen salones de dimensiones de mínimo 200 m³ y se mantenga una tasa de ventilación mínima de 4-5 ACH, la duración de clases menor a 60 minutos, el número de personas en el aula menor a 15, el uso correcto y obligatorio de máscaras de alta eficiencia y el número de clases a menos de 10 por semana.

Como siguiente paso se realizarán medidas en las sesiones de laboratorio y clases en presencia de alumnos y docentes, además de llevar a cabo el seguimiento de casos y estado de vacunación de la población de la FMM. Por último, se propone la ampliación del estudio a los otros campus de la Universidad y otras instituciones educativas de México y el mundo.

6 Agradecimientos

Los autores agradecen a las autoridades de la FMM y a los doctores Álvaro Peña, Erick Rosales, Eloísa Dickinson-Bannack, Dulce Meneses, Gilberto Guzmán-Valdivia por su apoyo en la concepción de este proyecto.

7 Referencias

1. CDC. Coronavirus [Internet]. CDC. (2021) [citado el 25 de junio de 2021]. Disponible en: <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/index.html>
2. Greenhalgh T, Jimenez JL, Prather KA, Tufekci Z, Fisman D, Schooley R. (2021) Ten scientific reasons in support of airborne transmission of SARS-CoV-2. *Lancet*. 397(10285):1603–5. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00869-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00869-2)
3. Jimenez JL, Peng Z. COVID-19 Aerosol Transmission Estimator. 2021. Disponible en: <https://tinyurl.com/covid-estimator>
4. Sze To GN, Chao CYH. (2010) Review and comparison between the Wells-Riley and dose-response approaches to risk assessment of infectious respiratory diseases. *Indoor Air*. 20(1):2–16. DOI: 10.1111/j.1600-0668.2009.00621.x