

Recibido:  
18-VI-2020

Odontología: rol en la transmisión del SARS-CoV-2  
a través de bioaerosoles

Aceptado:  
3-VIII-2020

Publicado en línea:  
7-VIII-2020

Dentistry: its Role in the Transmission of SARS-CoV-2  
Through Bioaerosols

Reinaldo Rodríguez Aguilar DDS,MS<sup>1</sup>

1. Coordinación de Investigación y Docente, Escuela de Odontología, Universidad Latina de Panamá, Panamá.

Autor para correspondencia: Dr. Reinaldo Rodríguez Aguilar - reyrod11@hotmail.com

**RESUMEN:** La práctica odontológica se enfrenta al cambio de paradigmas y modificación de protocolos en bioseguridad, aspecto este que se ha convertido en una variable a ser practicada por cada profesional como parte de su conducta en todo momento para poder sobrevivir como profesión ante la pandemia mundial que representa el riesgo de transmisión del nuevo coronavirus llamado COVID-19. Uno de los problemas de mayor importancia en bioseguridad dental lo representa la generación de bioaerosoles, debido a que son vectores que transportan microorganismos del exterior hacia dentro del organismo de las personas, lo cual genera un potencial riesgo ocupacional ya conocido en las ciencias odontológicas pero que se potencia con la transmisibilidad y patogenicidad del nuevo coronavirus. Hasta el momento se tienen muchas interrogantes sobre la transmisión a través de aerosoles del SARS-CoV-2, por lo que el objetivo general de abordaje de esta revisión se centra en comprender los elementos científicos que rigen la aerodinámica de los bioaerosoles aplicados al entorno dental y como éstos pueden convertirse en un potencial diseminador del virus presente en la saliva al momento de realizar procedimientos odontológicos intraorales en pacientes infectados. La comprensión de la aerodinámica de los bioaerosoles nos ayuda a entender como el SARS-CoV-2 presente en el bioaerosol generado por procedimientos odontológicos en pacientes infectados puede variar en términos de viabilidad e infectabilidad al influir otros factores como lo son humedad relativa, temperatura, corrientes de aire, factores fisicoquímicos del bioaerosol y el sistema inmune del huésped.

**PALABRAS CLAVE:** SARS-CoV-2; Aerosol; Bioseguridad; Saliva; Covid-19.

**ABSTRACT:** Dental practice faces the paradigm shift and the modification of protocols in biosafety, an aspect that has become a variable to be practiced by each professional as part of their conduct at all times in order to survive as a profession in the face of the global pandemic that it represents the risk of transmission of the new coronavirus called COVID-19. One of the most important problems in dental biosecurity is represented by the generation of bioaerosols, since these are vectors that transport microorganisms to inside people's bodies, which generates a potential occupational risk already known in the dental sciences but that it is enhanced with the transmissibility and pathogenicity of the new coronavirus. Until now, there are many questions about transmission through aerosols of SARS-CoV-2, so the general objective of this review is to understand the scientific elements that govern the aerodynamics of bioaerosols applied to the dental environment and how these can become a potential virus disseminator when intraoral dental procedures are performed in infected patients. Understanding the aerodynamics of bioaerosols helps us understand how SARS-CoV-2 present in bioaerosol generated by dental procedures in infected patients can vary in terms of viability and infectivity by influencing other factors such as relative humidity, room temperature, air currents, bioaerosol physicochemical factors and the host's immune system.

**KEYWORDS:** SARS-CoV-2; Aerosol; Biosecurity; Saliva; Covid-19.

## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) anunció a principios del año 2020 el reporte de casos de neumonía de etiología desconocida en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, China identificando un nuevo tipo de coronavirus y su exportación hacia Tailandia, Japón y Corea (1). Para el 11 de marzo del año 2020 la OMS declaró la epidemia del nuevo coronavirus como pandemia que ha afectado a un gran número de personas en varios países y continentes (2). Esta realidad hizo que el mundo de la medicina cambiara y la odontología no escapó de ello, de modo que, es importante conocer diferentes aristas de esta temática para combatir los conflictos de salud que se presentan a raíz de este nuevo flagelo del cual seguimos aprendiendo.

El término COVID-19 se refiere al acrónimo en inglés "coronavirus disease 2019", que no es más que la enfermedad provocada por el nuevo coronavirus, denominado por el Comité Internacional sobre Taxonomía de los Virus como

SARS-CoV-2 que ha demostrado tener un creciente potencial pandémico de riesgo para la salud pública mundial (3).

La salud bucal de una sociedad es un indicador clave de salud general, bienestar y calidad de vida que comparte factores de riesgo con otras enfermedades no transmisibles tales como enfermedades cardiovasculares, cáncer, enfermedades respiratorias crónicas y diabetes (4) por lo que no debe ser desatendida o relegada, quedando demostrado en la fase inicial de la pandemia cuando la atención odontológica se limitó al tratamiento de urgencias, posponiendo los tratamientos electivos hasta conocer más sobre la transmisión del nuevo coronavirus. H. Guo et al realizaron un estudio retrospectivo en Beijing, China para determinar el impacto del COVID-19 en la utilización de los servicios dentales de urgencias y dentro de la limitación de su estudio encontraron que el número de visitantes por urgencias disminuyeron, la proporción de infecciones dentales aumentan mientras que las de trauma dental y tratamientos electivos disminuyeron al

comienzo de la pandemia (5). Uno de los grandes focos de atención durante esta crisis sanitaria radica en la forma de transmisión de este virus a través del aire, que en un ambiente dental puede darse por medio de procedimientos que generen bioaerosoles tales como lo son la utilización de piezas de alta velocidad y ultrasónicos (6), por lo cual es imperativo comprender la aerodinámica de los bioaerosoles dentro de un espacio cerrado como lo es el entorno dental y el rol que juega la saliva como medio de dispersión del SARS-CoV-2 al momento en que se vuelve aerosol por medio de los procedimientos dentales. Son tiempos de incertidumbre en los cuales el estricto control de la bioseguridad y el equipo de protección personal toman un rol fundamental para apoyar la atención efectiva y de calidad disminuyendo el riesgo de transmisión del COVID-19 (7).

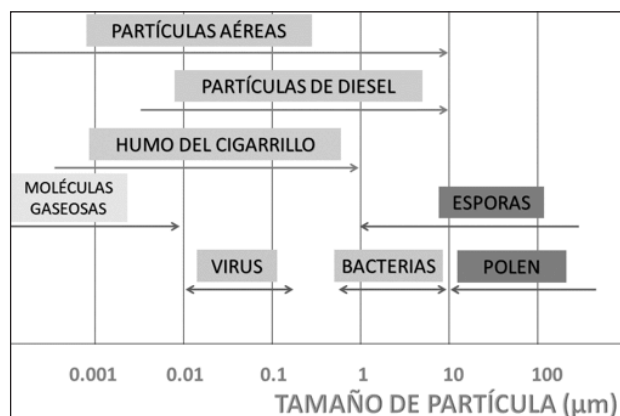
Esta revisión de literatura se enfoca en la comprensión de los factores que rigen la aerodinámica de los bioaerosoles aplicados al entorno dental y como éstos pueden convertirse en un potencial diseminador del virus cuando se realizan procedimientos odontológicos intraorales que transformen en aerosol una secreción biológica como lo es la saliva en pacientes que presenten síntomas o no del COVID-19.

## BIOAEROSOL Y DINÁMICA DE LAS PARTÍCULAS

De manera conceptual, un aerosol es un sistema disperso de pequeñas partículas sólidas o líquidas suspendidos en un gas (8). Cox y Wathes, definen bioaerosoles como aerosoles compuestos de partículas de origen biológico o partículas activas que pueden tener efecto sobre organismos vivos (9) mientras que Georgakopoulos lo define como pequeñas partículas suspendidas en el aire que tienen origen biológico a partir de plantas y animales, el cual puede contener organismos vivos. El tamaño de las partículas dependerá de la fuente

que lo genere y su interacción fisicoquímica con el ambiente al cual se libera (10). La transmisión a través del aire como principal medio de dispersión del SARS-CoV-2 en lugares cerrados toma mayor atención y se refiere al paso de microorganismos desde el medio que lo genera hacia una persona por medio del aerosol (11-12).

En la Figura 1 se observan diferentes tipos de partículas que podemos encontrar en un ambiente cerrado. Su comportamiento en términos aerodinámicos va a depender del tamaño de partícula, las fuerzas que actúen sobre la misma y factores ambientales como humedad relativa y la temperatura. De manera general, dentro de un bioaerosol confluyen partículas de diversos tamaños (8), el material microbiano posee un rango de tamaño de partícula entre 0.1-10 $\mu$ m, en este rango de tamaño las fuerzas aerodinámicas de arrastre en el aire tienen mayor relevancia en comparación con la fuerza de gravedad, haciendo que estas partículas queden suspendidas (flotando). Partículas más grandes ( $\geq 10\mu$ m) poseen una trayectoria parabólica a partir de la fuente de emisión, lo que quiere decir que el peso de la partícula toma mayor relevancia ante el factor gravitacional (13). En este tipo de ambiente, las partículas más pequeñas quedan suspendidas en el aire formando núcleos de gotas con un tamaño de partícula  $\leq 5\mu$ m, las cuales fluyen con las corrientes de aire siguiendo el movimiento browniano, el cual explica las fluctuaciones aleatorias de una partícula dentro de un sistema de equilibrio térmico. Descrito por primera vez por el biólogo y botánico Robert Brown en el siglo XIX, nos hace un relato sobre la aerodinámica de los bioaerosoles, en donde se plantea que el desplazamiento de la partícula es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de su radio. Las partículas en el aire interactúan debido a la fuerza gravitacional, su trayectoria no es una recta hacia abajo, sino un movimiento irregular basado en este movimiento browniano (14).



**Figura 1.** Rango de tamaño de partículas que podemos encontrar en un ambiente cerrado. Adaptado de Gameiro, M. 2020.

Existen propiedades fisicoquímicas que rigen todos los procesos biológicos dentro de un bioaerosol; las condiciones a las que se encuentra expuesto un microorganismo dentro de una partícula en el aire van a ser distintas a las condiciones de aquellos microorganismos patógenos que se encuentran dentro de una solución como lo es la saliva, por ejemplo. La comprensión de cómo factores fisicoquímicos tales como la concentración del soluto y la proporción de transporte de agua dentro de la gota (partícula) actúan sobre las especies que confluyen en el bioaerosol, van a determinar la longevidad e inafectabilidad de dichos patógenos (15). Además, los factores ambientales determinan la sobrevivencia de microorganismos dentro de un bioaerosol, como los virus por ejemplo, éstos son: temperatura, humedad relativa, luz ultravioleta, gases atmosféricos (Ver Tabla 1) (16). Todos estos factores influyen en el comportamiento de los patógenos respiratorios como el SARS-CoV-2 dentro de un bioaerosol hasta ser inhalados por un huésped y penetrar con facilidad en el tracto respiratorio superior debido a su tamaño. La deposición de estos patógenos transportados por el aerosol se ve afectado por factores como impactación, sedimentación, intercepción, difusión, precipitación electrostática y convección. (17-19). Partículas de SARS-CoV-2 en el rango aerodinámico entre 1-10µm pueden penetrar a través de la boca y la nariz, partículas

>5µm son filtradas y no pueden atravesar más allá de las regiones de la laringe, partículas entre 2.5-5µm pueden llegar hasta la tráquea mientras que partículas más finas  $\leq 2.5\mu\text{m}$  pueden penetrar directamente hacia los pulmones (20) y para que se desarrolle la infección, factores como el sistema inmune y el tiempo de exposición al patógeno se vuelven relevantes (21). La complejidad anatómica de la vía aérea superior es un factor a considerar al momento de la deposición de los bioaerosoles, para lo cual, se han estudiado varios modelos anatómicos *in vivo*, *in vitro* y computacionales que tratan de explicarlo (22).

**Tabla 1.** Factores ambientales que afectan a los virus.

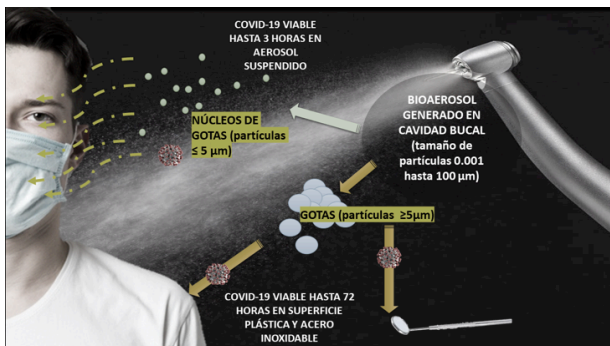
Factor ambiental	Comportamiento
Temperatura	A medida que la temperatura aumenta, disminuye la supervivencia de los virus.
Humedad relativa	Elevados niveles de humedad son protectores contra la destrucción por luz UV, el vapor de agua forma una capa protectora del bioaerosol.  Virus con cubierta sobreviven mejor en condiciones de humedad relativa del 20%-30%.  Virus sin cubierta sobreviven en condiciones elevadas de humedad relativa (70%-90%).
Gases atmosféricos	El ozono inactiva los virus dispersos en el aire.
Condiciones de luz	La luz UV es dañina para los virus.
Corrientes de aire	Incrementa la distancia en que viaja el bioaerosol patógeno y también puede disminuir la concentración de los núcleos de gotas.

Adaptado de Ijaz MK, 2016 (16) y Ather *et al* (21).

## ODONTOLOGÍA COMO PROFESIÓN DE RIESGO

Swan, Kelsey y Crook indican que el nivel de exposición a los bioaerosoles está determinado principalmente por la fuente de contaminación y los patrones de actividad del ser humano (23), por esta razón, no es de extrañar que la revista Business Insider 2020 colocara en la primera

posición de las profesiones más riesgosas para la salud al sector odontológico (24) mientras que Visual Capitalist enmarca a la profesión odontológica como la ocupación con más alto riesgo de infectarse con COVID-19 basado en la ponderación de tres criterios: contacto con otros, proximidad física, exposición a la enfermedad o infección (25). La odontología se expone de manera muy cercana con el medio bucal de pacientes que pueden o no presentar infecciones activas representando un riesgo para el equipo odontológico y para otros pacientes que transitan en áreas comunes dentro del ambiente dental debido a la generación de bioaerosoles y salpicaduras que pueden diseminar dichas infecciones (Figura 2) (26-27). La contaminación con bioaerosoles dentro de un consultorio dental dependerá del tipo de procedimiento a realizar debido a la liberación de partículas submicrónicas que poseen elementos tóxicos y microorganismos patógenos al momento de utilizar piezas de alta y baja velocidad, así como equipos ultrasónicos (28).



**Figura 2.** Ilustración sobre la posible vía de transmisión y contaminación de COVID 19 a través del bioaerosol generado durante tratamientos odontológicos. El aerosol de la saliva libera partículas que aerodinámicamente se comportan de manera distinta dependiendo del tamaño de partícula. Partículas grandes caen en cualquier superficie provocando transmisión por contacto mientras que partículas más pequeñas se evaporan formando núcleos de partículas manteniéndose suspendidas en el aire hasta que pueda penetrar en un huésped a través de la mucosa ocular, nariz o boca.

Los tratamientos dentales provocan contaminación del aire por medio de tres fuentes: instrumentos dentales, saliva/aire de la nasofaringe y el consultorio dental generando bioaerosoles cuya

naturaleza va a depender del procedimiento dental que se realice. Es importante su comprensión para minimizar el riesgo a la salud de pacientes y el equipo dental (28). La utilización de piezas de mano de alta velocidad para procedimientos como una restauración, generan fricción por el contacto de la fresa dental en alta rotación contra el diente, provocando altas temperaturas y causando daños al tejido dental produciendo cambios pulpares patológicos por lo cual se utiliza irrigación con agua para contrarrestar este aumento de temperatura (29). El aerosol y salpicaduras generadas por la pieza de mano se producen por una mezcla del aire comprimido y la línea de agua de la unidad dental lo cual en conjunto con la saliva para procedimientos intraorales van a generar bioaerosoles (30).

Los equipos ultrasónicos o cavitron se utilizan para la remoción del cálculo de la superficie coronal y radicular del diente, utilizando una punta que oscila a frecuencias ultrasónicas entre 25 a 42 kHz (31). Esta punta requiere de una fuente de irrigación que fluya a través de ella para prevenir el calor por fricción y eliminar los restos de cálculo y placa dental formando bioaerosol y salpicaduras que se combinan con saliva y sangre (27).

La odontología también involucra interacción social cercana con el paciente a través de la conversación con un distanciamiento muchas veces menor a un metro, actividad que es necesaria para recoger datos importantes sobre la historia natural de la enfermedad, entablar empatía y disminuir el estrés que involucra para el paciente el entorno dental (32). La OMS estableció ciertos parámetros de protección para controlar la diseminación del COVID-19 dentro de los cuales se menciona mantener al menos 1 metro de distancia entre personas, lineamiento que es prácticamente imposible aplicar en la atención odontológica normal debido a la naturaleza de la actividad que se realiza (33). Durante una conversación normal se puede convertir en aerosol cantidades significativas de partículas respiratorias, incluso más que el

simple acto de respirar, lo cual puede implicar un aumento en el riesgo de transmisión del COVID 19 (34). Un paciente, independientemente que sea asintomático o no, puede estornudar generando hasta 40,000 gotas que se evaporan antes de caer en una superficie para producir gotas de 0.5-12µm de diámetro. La tos puede producir 3,000 gotas patógenas, la misma cantidad como si estuviese conversando por 5 minutos provocando la diseminación de patógenos (12) pudiendo llegar incluso a la mucosa ocular como posible vía de ingreso del patógeno (35). Las ciencias virológicas y de aerosoles aún no logran determinar la carga viral mínima viable en aerosoles para causar transmisión efectiva en individuos susceptibles al COVID-19, sin embargo, sigue siendo una hipótesis razonable que debe responderse con futuras investigaciones (34).

#### SALIVA COMO MEDIO DE TRANSMISIÓN DEL SARS-COV-2 (COVID-19)

La saliva es una de las secreciones biológicas del organismo humano de composición heterogénea y cumple un rol importante para el mantenimiento de la homeostasis de la cavidad oral, la protege contra patógenos y daños por la fricción, lubricando y humectando los tejidos bucales para soportar funciones tales como tragar, masticar, el habla y el gusto. (36) Su poder de diagnóstico para diversas patologías está ganando terreno en el área de la medicina y odontología a través de ensayos a nivel molecular (37) (38) y ha tomado importancia en el diagnóstico de los virus como responsables de patologías infecciosas del tracto respiratorio. El nuevo coronavirus se encuentra presente en la saliva, lo cual puede indicar la posibilidad de infección de las glándulas salivares, sin embargo, debemos recordar que la saliva que se recolecta a nivel de la cavidad oral también contiene secreciones de la nasofaringe o de los pulmones a través del aire espirado (39). Sabino-Silva *et al.* sugieren

como mínimo tres fuentes de contaminación de la saliva con SARS-CoV-2 (40):

- Bioaerosol proveniente del tracto respiratorio inferior y superior
- Líquido crevicular
- Infección de las glándulas salivares mayores y menores

La enzima convertidora de angiotensina II (ACE2) es el receptor celular del SARS-CoV-2, lo cual la convierte en la puerta de entrada para las células blanco-susceptibles a la infección por este virus. Podemos encontrar la expresión de ACE2 dentro del organismo humano en células alveolares del tipo 2, porción superior del esófago, enterocitos del íleon y colon, colangiocitos, células del miocardio, células de los túbulos proximales del riñón, células uroteliales de la vejiga mientras que en cavidad oral podemos encontrarla en mayor proporción a nivel de las células epiteliales de la lengua y en menor proporción a nivel de los tejidos bucales y gingivales (41).

Cualquier procedimiento dental que pueda convertir en aerosol a la saliva tiene la capacidad de contaminar el aire junto a los elementos que coexisten con ella tales como secreciones nasofaríngeas, placa dental, sangre, componentes dentales y cualquier otro material propio de los tratamientos dentales como por ejemplo una restauración (27). Estos procedimientos pueden involucrar la utilización de piezas de alta y baja velocidad, cavitron, aparatos piezoeléctricos e incluso la utilización de la jeringa triple (42) los cuales van a crear bioaerosoles que pueden viajar a determinada distancia partiendo de un paciente hacia el ambiente del consultorio, creando núcleos de gotas con potencial patógeno tal como el SARS-CoV-2 que puede permanecer suspendido en el aire y sobre las superficies, manteniéndose viable bajo condiciones experimentales (21-230C y

40% de humedad relativa) en aerosoles hasta por tres horas mientras que sobre el plástico y acero inoxidable hasta por setenta y dos horas (43).

## BIOSEGURIDAD DENTAL COMO BARRERA DE PROTECCIÓN CONTRA SARS-COV-2 (COVID-19)

La Bioseguridad es una política de Estado, por lo tanto, es el contexto para cualquier práctica profesional en el campo de la salud, su regulación y requerimientos pueden variar dependiendo del país. Debido a la rápida diseminación de COVID-19 es de esperar que aún existan vacíos en el conocimiento sobre el virus, por lo cual, en ausencia de evidencia científica, las recomendaciones de bioseguridad estarán fundamentadas en una sólida justificación teórica, evidencia sugestiva u opiniones de autoridades respetadas basadas en la experiencia clínica o estudios descriptivos (44).

La transmisión del COVID 19 así como de cualquier otro microorganismo puede presentarse en el consultorio dental por medio de las siguientes rutas:

- Directa: contacto con secreciones como la saliva
- Indirecta: contacto con superficies contaminadas (equipos, instrumentos y muebles)
- Contacto de las gotas, salpicaduras y núcleos de gotas con los ojos, nariz a través del bioaerosol generado por los equipos dentales como la turbina o el cavitron durante el procedimiento dental.
- Contacto a través del aire del virus cuando el paciente infectado tose, estornuda o habla.
- Inhalación del virus suspendido en el aire (núcleos de gotas) que aún esté viable.

Las normas de bioseguridad tienen como objetivo minimizar los factores de riesgo de la práctica odontológica que pueden llevar a la transmisión de enfermedades cruzadas, son lineamientos que regulan el comportamiento preventivo de las

personas en distintos ambientes frente a los riesgos generados por su actividad (45).

Las prácticas de bioseguridad estándar para el control de infecciones incluyen higiene de manos, uso de equipo de protección personal (EPP), higiene respiratoria (cubrirse la boca y nariz al estornudar y toser), limpieza y desinfección de superficies (equipos, muebles, instrumentos y aparatos), control de infecciones en el ambiente, manejo de los elementos punzo cortantes, entre otros. Estas medidas se utilizan de manera genérica, sin embargo, con la aparición del nuevo coronavirus es necesario utilizar medidas adicionales basadas en el modo de transmisión de este virus (contacto y bioaerosoles) (23).

## CONCLUSIONES

El riesgo de transmisión por vía aérea del SARS-CoV-2 toma consideración especial en el contexto de la profesión odontológica debido a la exposición a bioaerosoles generados por la naturaleza de los tratamientos que se realizan. La comprensión de la dinámica de los bioaerosoles permite desde sus cimientos o fundamentos entender la forma de cómo se mueven los microorganismos dentro de un espacio cerrado como lo es la clínica dental. La saliva como secreción biológica posee trazas del SARS-CoV-2 en pacientes infectados que al momento de realizar tratamientos dentales que requieran la utilización de piezas de mano de alta velocidad o equipos ultrasónicos pueden transportar al virus a través del aerosol biológico generado, contaminando de esta manera el ambiente odontológico y colocando en riesgo la salud del equipo dental y pacientes. Es de suma importancia comprender que la sola generación de bioaerosoles contaminados con el SARS-CoV-2 no implica la transmisión segura de la enfermedad, sino que una vez el patógeno se encuentre en el bioaerosol, su viabilidad e infectabilidad se verán afectados por otras variables que entran en juego,

como lo son: la humedad relativa, presencia de corrientes de aire, luz ultravioleta, temperatura, el tamaño de las partículas que lo transportan dentro del bioaerosol, factores fisicoquímicos y las condiciones del sistema inmune del huésped.

## REFERENCIAS

1. WHO, Novel Coronavirus (2019-nCoV) Situation Report-1, 21 Jan 2020 [Internet]. Disponible en: [https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200121-sitrep-1-2019-ncov.pdf?sfvrsn=20a99c10\\_4](https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200121-sitrep-1-2019-ncov.pdf?sfvrsn=20a99c10_4)
2. WHO. Audio emergencies coronavirus press conference full and final 11mar2020. [Internet]. Disponible en: [https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/transcripts/who-audio-emergencies-coronavirus-press-conference-full-and-final-11mar2020.pdf?sfvrsn=cb432bb3\\_2](https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/transcripts/who-audio-emergencies-coronavirus-press-conference-full-and-final-11mar2020.pdf?sfvrsn=cb432bb3_2)
3. Cascella M., Rajnik M., Cuomo A., Dulebohn S.C., Di Napoli R. Features, Evaluation and Treatment Coronavirus (COVID-19). En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554776/>
4. WHO, Oral health [Internet]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>
5. Guo H., Zhou Y., Liu X., Tan J. The impact of the COVID-19 epidemic on the utilization of emergency dental services. *J Dent Sci* [Internet] 2020. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1991790220300209>
6. Mupparapu M. Editorial: Aerosol reduction urgency in post-COVID-19 dental practice. *Quintessence Int Berl Ger.* 2020; 51 (7): 525-6.
7. Dave M., Seoudi N., Coulthard P. Urgent dental care for patients during the COVID-19 pandemic. *The Lancet* - 2020; 395 (10232): 1257.
8. Vincent J.H. *Aerosol Sampling: Science, Standards, Instrumentation and Applications.* 1st Edition. Hoboken NJ USA: John Wiley & Sons; 2007. 638 p.
9. Cox C.S., Wathes C.M. *Bioaerosols Handbook.* 1st Edition. USA: CRC Press; 1995. 644 p.
10. Georgakopoulos D.G., Després V., Fröhlich-Nowoisky J., Psenner R., Ariya P.A., Pósfai M., et al. Microbiology and atmospheric processes: biological, physical and chemical characterization of aerosol particles. *Biogeosciences* - 2009; 6 (4): 721-37.
11. Morawska L., Cao J. Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality. *Environ Int.* - 2020;139:105730.
12. Tang J.W., Li Y., Eames I., Chan P.K.S., Ridgway G.L. Factors involved in the aerosol transmission of infection and control of ventilation in healthcare premises. *J Hosp Infect* - 2006; 64 (2): 100-14.
13. Gameiro da Silva M. An analysis of the transmission modes of COVID-19 in light of the concepts of Indoor Air Quality. [Internet]. ResearchGate - 2020. (doi: 10.13140/RG.2.2.28663.78240).
14. Camargo Caicedo Y., Henao Marín D., Vélez-Pereira A.M. Emisiones atmosféricas de origen biológico [Internet]. Primera Edición: Santa Marta, COLOMBIA: Editorial de la Universidad del Magdalena; 2011. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/ulatinasp/detail.action?docID=5045532>
15. Haddrell A.E., Thomas R.J. *Aerobiology: Experimental Considerations, Observations, and Future Tools.* *Appl Environ Microbiol* - 2017; 83(17). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5561278/>



16. Ijaz M.K., Zargar B., Wright K.E., Rubino J.R., Sattar S.A. Generic aspects of the airborne spread of human pathogens indoors and emerging air decontamination technologies. *Am J Infect Control* - 2016; 44 (9, Supplement): S109-20.
17. Nazaroff W.W. Indoor bioaerosol dynamics. *Indoor Air* - 2016; 26 (1): 61-78.
18. Mittal R., Ni R., Seo J-H. The flow physics of COVID-19. *J Fluid Mech* - 2020; 894: F2.
19. La Rosa G., Fratini M., Della Libera S., Iaconelli M., Muscillo M. Viral infections acquired indoors through airborne, droplet or contact transmission. *Ann Ist Super Sanita* - 2013; 49 (2): 124-32.
20. Guzman, M.I. Bioaerosol Size Effect in COVID-19 Transmission. Preprints - 2020, 2020040093 (doi: 10.20944/preprints202004.0093.v2).
21. Ather B., Mirza T.M., Edemekong P.F. Airborne Precautions. In: StatPearls Publishing - 2020. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK531468/>
22. Islam M.S., Paul G., Ong H.X., Young P.M., Gu Y.T., Saha S.C. A Review of Respiratory Anatomical Development, Air Flow Characterization and Particle Deposition. *Int J Environ Res Public Health* - 2020; 17 (2): 380.
23. Swan J.R.M., Crook B., Kelsey A. Occupational and environmental exposure to bioaerosols from composting and potential health effects - A critical review of published data. Research Report 130 - 2003. Disponible en: <https://www.hse.gov.uk/research/rrhtm/rr130.htm>
24. HoffAK Rachel Gillett, Madison. Coronavirus is rapidly exposing the vulnerability of workers who perform physical services. Here are the 47 jobs that most put your overall health at risk. [Internet]. Business Insider - 2020. Disponible en: <https://www.businessinsider.com/most-unhealthy-jobs-in-america-2017-4>
25. Lu M. The Front Line: Visualizing the Occupations with the Highest COVID-19 Risk [Internet]. Visual Capitalist - 2020. Disponible en: <https://www.visualcapitalist.com/the-front-line-visualizing-the-occupations-with-the-highest-covid-19-risk/>
26. Hallier C., Williams D.W., Potts A.J.C., Lewis M.A.O. A pilot study of bioaerosol reduction using an air cleaning system during dental procedures. *Br Dent J* - 2010; 209 (8): E14.
27. HARREL S.K., MOLINARI J. Aerosols and splatter in dentistry. *J Am Dent Assoc* - 2004; 135 (4): 429-37.
28. Polednik B. Aerosol and bioaerosol particles in a dental office. *Environ Res* - 2014; 134: 405-9.
29. Farah RI. Effect of cooling water temperature on the temperature changes in pulp chamber and at handpiece head during high-speed tooth preparation. *Restor Dent Endod* - 2018; 44 (1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6387888/>
30. Szymańska J. Dental bioaerosol as an occupational hazard in a dentist's workplace. *Ann Agric Environ Med AAEM* - 2007; 14 (2): 203-7.
31. Lea S. C., Landini G. Reconstruction of dental ultrasonic scaler 3D vibration patterns from phase-related data. *Med Eng Phys* - 2010; 32 (6): 673-7.
32. Bouguezzi A. COVID-19: Special Precautions in Dentistry. *Open Access J Biomed Sci* - 2020; 2(1). Disponible en: <https://biomedscis.com/fulltext/covid-19-special-precautions-in-dentistry.ID.000164.php>
33. WHO. Advice for public [Internet]. Disponible en: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>
34. Asadi S., Bouvier N., Wexler A.S., Ristenpart W.D. The coronavirus pandemic and aerosols: Does COVID-19 transmit via expiratory particles? *Aerosol Sci Technol* - 2020; 54 (6): 635-8.
35. Lu C., Liu X., Jia Z. 2019-nCoV transmission through the ocular surface must not be ignored. *The Lancet* - 2020; 395 (10224): e39.

36. Bellagambi F.G., Lomonaco T., Salvo P., Vivaldi F., Hangouët M., Ghimenti S., et al. Saliva sampling: Methods and devices. An overview. *TrAC Trends Anal Chem* - 2020;124: 115781.
37. Anjum A., Hosein M. Diagnostic Importance of Saliva - An Overview. *J Pak Dent Assoc* - 2019; 28 (3):129-35.
38. To K.K., Lu L., Yip C.C., Poon R.W., Fung A.M., Cheng A., et al. Additional molecular testing of saliva specimens improves the detection of respiratory viruses. *Emerg Microbes Infect* - 2017; 6 (1): 1-7.
39. To K.K.-W., Tsang O.T.-Y., Yip C.C.-Y., Chan K.-H., Wu T.-C., Chan J.M.-C., et al. Consistent Detection of 2019 Novel Coronavirus in Saliva. *Clin Infect Dis* - 2020;149. Disponible en: <https://academic.oup.com/cid/advance-article/doi/10.1093/cid/ciaa149/5734265>
40. Sabino-Silva R., Jardim A.C.G., Siqueira W.L. Coronavirus COVID-19 impacts to dentistry and potential salivary diagnosis. *Clin Oral Investig* - 2020;24 (4): 1619-21.
41. Xu H., Zhong L., Deng J., Peng J., Dan H., Zeng X., et al. High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa. *Int J Oral Sci* - 2020; 12 (1): 1-5.
42. Dowst-Mayo L. The down and dirty side of dentistry: Infection prevention that saves lives! *RDH* - 2020; 40 (2): 53-61.
43. Van Doremalen N., Bushmaker T., Morris D.H., Holbrook M.G., Gamble A., Williamson B.N., et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* - 2020; Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7121658/>
44. DePaola L.G., Grant L.E., editores. *Infection Control in the Dental Office: A Global Perspective*. Cham, Zwitterland: Springer International Publishing; 2020. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-30085-2>
45. Gálvez D.A. *Bioseguridad en la práctica bucodental (Normas técnicas y manual de procedimientos)*: Panamá: Ministerio de Salud; 2006.



Attribution (BY-NC) - (BY) You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggest the licensor endorses you or your use. (NC) You may not use the material for commercial purposes.