



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: AT1120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/>

Año: X Número:1 Artículo no.:115 Período: 1ro de septiembre al 31 de diciembre del 2022.

TÍTULO: Una contribución al cuidado del medio ambiente: El aporte del ozono en la práctica odontológica como método alternativo para la descontaminación ambiental.

AUTORES:

1. Esp. Yaima Rodríguez Cuellar.
2. Esp. Yamily González Cardona.
3. Esp. Liset Camaño Carballo.

RESUMEN: La práctica odontológica es uno de los espacios donde los científicos pueden contribuir al cuidado del medio ambiente a través del empleo de nuevos recursos. Los agentes de descontaminación brindan a los dentistas una práctica segura y un entorno para el paciente. Se utilizaron la encuesta y la entrevista para recopilar información de una muestra de 80 profesionales del colegio de odontólogos Cotopaxi, Ecuador, y sustentaron el tema la revisión bibliográfica en bases indexadas. Los resultados mostraron un bajo porcentaje de conocimiento sobre las propiedades, beneficios, y uso de desinfectantes del ozono. Se concluye que los odontólogos encuestados tienen un limitado conocimiento sobre ozono y que la literatura científica respalda la efectividad del ozono.

PALABRAS CLAVES: descontaminación ambiental, efectividad del ozono, revisión bibliográfica.

TITLE: A contribution to caring for the environment: The contribution of ozone in dental practice as an alternative method for environmental decontamination.

AUTHORS:

1. Spec. Yaima Rodríguez Cuellar.
2. Spec. Yamily González Cardona.
3. Spec. Liset Camaño Carballo.

ABSTRACT: The dental practice is one of the spaces where scientists can contribute to caring for the environment through the use of new resources. Decontamination agents provide dentists with a safe practice and patient environment. The survey and the interview were used to collect information from a sample of 80 professionals from the Cotopaxi College of Dentists, Ecuador, and the subject was supported by the bibliographic review in indexed bases. The results showed a low percentage of knowledge about the properties, benefits, and use of ozone disinfectants. It is concluded that the dentists surveyed have limited knowledge about ozone and that the scientific literature supports the effectiveness of ozone.

KEY WORDS: environmental decontamination, ozone effectiveness, literature review.

INTRODUCCIÓN.

Los esfuerzos de la humanidad por detener el daño ambiental encuentran un terreno fértil en el área de las ciencias médicas a partir de las reflexiones de los especialistas sobre cómo reducir los daños colaterales de los tratamientos y sustancias que se usan para la atención de las enfermedades.

El ambiente del entorno dental está relacionado con el riesgo para los pacientes y el personal cuando entran en contacto con agentes biológicos, e involucra una gran cantidad de microorganismos que pueden estar presentes en diversos medios (líquido gingival, saliva, sangre), superficies

contaminadas y/o insalubres utilizadas en equipos dentales, agua emitida de la unidad dental o de los pacientes que padecen enfermedades infecciosas (Saccucci et al, 2017).

Hoy en día, el cuidado dental se ha convertido en un desafío por el riesgo de infección o el riesgo de propagación de la infección en el entorno, porque la mayoría de los procedimientos dentales producen aerosoles contaminados, y pueden convertirse en una fuente de contaminación para el aire. En la práctica diaria, se necesitan esfuerzos continuos para mejorar la desinfección manual de las superficies, por lo que los odontólogos deben considerar la combinación de desinfectantes apropiados y métodos de descontaminación sin contacto para mejorar los procedimientos de esterilización (Cumbo, et al, 2020).

Durante este tiempo, el mundo se ha visto afectado por un nuevo virus que ha provocado mucha preocupación en toda la población, este brote actual de COVID-19 sigue siendo grave y es considerado como una emergencia de Salud Pública y de la Organización Mundial de la Salud por su alto nivel de contagio; por ello, debe ser enfatizada la importancia de crear conciencia y fortalecer las medidas de control de infecciones. El empleo de estos desinfectantes, por una parte, tiene un efecto benéfico para la disminución de los contagios, y por otra, puede resultar dañino para las personas, e incluso, puede provocar daños significativos al medio ambiente.

Debido a las características únicas de los procedimientos dentales que producen una gran cantidad de gotas y aerosoles, las medidas de protección pueden no ser suficientes para prevenir la propagación del SARS-CoV-2 en la práctica clínica diaria; sin embargo, todas las medidas de bioseguridad deben mantenerse y su implementación debe ser estrictamente controlada.

Es el momento de plantearse que una clínica dental es muy parecida al quirófano de un hospital, donde se debe prestar especial atención a las situaciones relacionadas con la propagación de infecciones provocadas por la contaminación del aire y la superficie. La eficacia de los procedimientos tradicionales de limpieza y desinfección puede verse limitada por la dependencia

del ejecutor. Para la mejora de estos métodos convencionales se requiere la modificación del comportamiento humano, que suele ser difícil de lograr y mantener, por lo que los odontólogos deben considerar combinar el uso de desinfectantes adecuados y otro tipo de tecnología de descontaminación para mejorar el proceso de desinfección (Cumbo, et al, 2020).

Es fundamental, que todos los odontólogos dispongan de las últimas directrices, equipos y técnicas para prevenir enfermedades y controlar correctamente las infecciones. Como método de desinfección alternativo, algunos métodos no dependen de los operadores, porque se basan en equipos que completan todo el proceso por sí mismos, con una mínima intervención manual (Sebastiani, et al, 2017).

El ozono es uno de ellos, es un desinfectante de amplio alcance que se puede utilizar para inactivar varios microorganismos, incluido virus y bacterias que pueden ser resistentes en ocasiones a otros desinfectantes (Zoutman et al, 2011). Según un estudio realizado por la Universidad de Palermo, se ha demostrado que el ozono puede matar el virus del SARS y su estructura es muy similar a la del nuevo SARS-CoV-2. Más precisamente, el ozono destruye el virus al propagarse a través del recubrimiento de proteína en el núcleo del ácido nucleico, destruyendo así el ARN viral (Cumbo, et al, 2020).

El gas ozono tiene muchas ventajas como agente antiviral inteligente, ya que puede penetrar eficazmente en todas las partes de un espacio cerrado, incluidos los lugares a los que puede resultar difícil acceder utilizando líquidos convencionales y procedimientos de limpieza manual. En entornos de laboratorio y de campo, cuando el ozono se utiliza como gas para desinfectar superficies y espacios de la habitación, el ozono tiene propiedades antibacterianas y antivirales moderadas. Durante las pruebas de campo, utilizando el prototipo del sistema de dispersión de ozono Viroforce (Viroforce Systems en Kelowna, Columbia Británica, Canadá), los autores demostraron un récord de 3-4 reducciones en patógenos bacterianos (incluidos MRSA, *Acinetobacter baumannii* y esporas)

aptos para todo tipo de superficies, sean duras o blandas, así como para película seca o húmeda (Zoutman, et al, 2011).

Además, siguiendo las instrucciones del fabricante, incluso durante períodos de mayor exposición, se ha confirmado que el ozono de baja concentración producido por los purificadores de aire es seguro. En un estudio que reprodujo la contaminación microbiana natural en el medio ambiente y en los organismos humanos, concluyeron que el tratamiento con ozono puede ser efectivo contra los contaminantes microbianos. Sus resultados confirmaron que la efectividad del tratamiento de desinfección con ozono constituye una opción muy prometedora (Martinelli, et al, 2017).

La aplicación del ozono en odontología se está volviendo cada vez más popular en la práctica diaria, utilizándose en varias terapéuticas dentales (Sen & Sen, 2020); (Tricarico et al, 2020). Su capacidad para desinfectar hace que sea una muy buena alternativa y se puede mencionar que tiene un efecto positivo, y por lo tanto, puede ser un método competente para la desinfección.

Este estudio tuvo como objetivo determinar la percepción que tienen los odontólogos sobre el ozono como método alternativo para la descontaminación ambiental del consultorio dental en su práctica odontológica. Se analizó la información reunida de diversas fuentes científicas para resaltar la necesidad de utilizar este método efectivo, probado, y que permite automatizar el proceso de desinfección a la vez que reduce los efectos negativos en el ámbito de la contaminación ambiental.

DESARROLLO.

Materiales y métodos.

La investigación realizada fue de tipo descriptiva transversal, no experimental y con un enfoque cuali-cuantitativo. Estuvo sustentada por una revisión bibliográfica de estudios realizados sobre la desinfección ambiental con ozono en diversos campos, y sobre todo, en el área odontológica con la

finalidad de indicar cómo su aplicación podría favorecer de manera positiva en los procedimientos que se aplican en la desinfección de los ambientes dentales.

La búsqueda procedió de artículos en bases de datos como Scopus, Pubmed, Scielo, Latindex, Web of science, Mediagraphic, tomados para la recopilación de información y para enunciar las teorías que dieron soporte a nuestra investigación (Fernández et al. 2021); además, se analizó estadísticamente la información obtenida de una encuesta aplicada a odontólogos que ejercen la profesión para establecer la apreciación de estos profesionales sobre el uso del ozono como método de desinfección. El acopio de estos testimonios permitió confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva sobre el tema.

La población seleccionada para este estudio estuvo constituida por 130 odontólogos en ejercicio profesional pertenecientes al colegio de odontólogos de la provincia de Cotopaxi, Ecuador. Utilizando un muestreo no probabilístico por conveniencia, se tomó como muestra a 80 odontólogos que dieron su consentimiento para participar en este estudio.

Se utilizó un cuestionario en línea, utilizando la plataforma <https://www.surveymonkey.com/es/>, con un conjunto de 12 preguntas cerradas con las que se obtuvo información sobre la apreciación de los profesionales sobre el uso del ozono como método de desinfección.

El cuestionario centró su atención en las percepciones de los odontólogos sobre la importancia de la calidad del aire en el espacio en que se lleva a cabo la práctica de odontología, el conocimiento de los métodos de desinfección por parte de los odontólogos, y la relación entre su empleo y el cuidado del medio ambiente, así como las características que estos profesionales tienen en cuenta al elegirlos y el lugar que la no agresión al medio ambiente desempeña en esta elección.

El análisis de los datos recolectados a través de la encuesta fue tabulado mediante Microsoft Excel 365 que facilitó el procesamiento de este tipo de información. Los resultados obtenidos se presentaron en las tablas y gráficos siguientes.

Resultados.

Se observó, que en la encuesta realizada a los 80 profesionales del colegio de odontólogos de Cotopaxi sobre la importancia de la calidad de aire en la práctica odontológica en el consultorio, el 64% consideró que es muy importante, el 27% indicó como importante, para el 5% la importancia fue leve, y para el 4% fue moderado como se plantea en la figura 1.

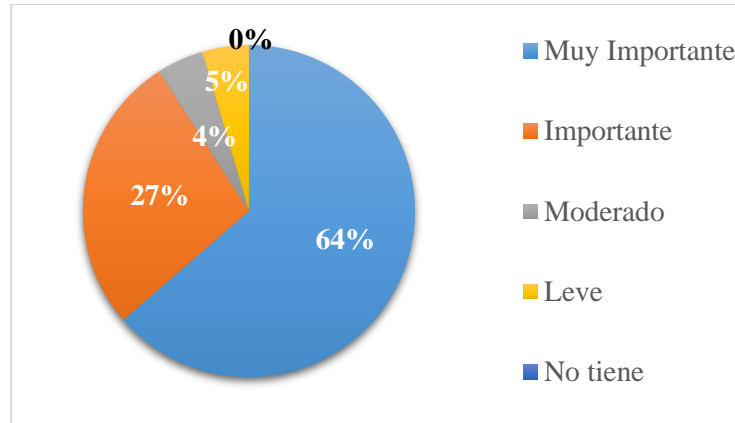


Figura 1. Nivel de importancia de la calidad del aire en la práctica odontológica en el consultorio para los odontólogos encuestados del colegio de odontólogos de Cotopaxi.

Con relación a la calidad del aire en el consultorio odontológico en el que trabajan los profesionales encuestados, el 44% indicó que la calidad del aire en donde laboran es mala, el 35% mencionó que era regular, el 17% indicó como buena, y solamente el 4% mencionó que era excelente.

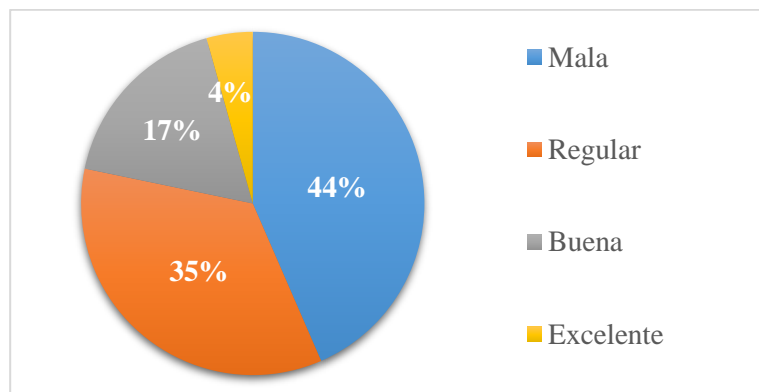


Figura 2. Calidad del aire en el consultorio odontológico donde laboran los odontólogos encuestados del colegio de odontólogos de Cotopaxi según su criterio.

En cuanto al conocimiento de los métodos de desinfección por parte de los encuestados. El 74% de los profesionales indicó conocer varios métodos para desinfectar el ambiente odontológico; mencionando algunos como: el cloro, el alcohol, el amonio cuaternario, el ozono, los rayos ultravioletas tipo C, los desinfectantes de alto nivel y el termonebulizador. Mientras que un 26% manifestó desconocer los métodos de desinfección del ambiente en la consulta odontológica.

En cuanto a si utilizan o no algún de estos métodos de desinfección en su práctica diaria, el 57% afirmó que sí utilizan algún método para desinfectar el ambiente odontológico e indicaron particularmente que el 17% el uso del Garhox glutaraldehído, el 10% aplica el cloro, el amonio cuaternario es empleado por el 9%, un 8% utiliza el ozono, los rayos ultravioletas tipo C el 5%, un 4% el vaporizador y el otro 4% el termo nebulizador. El 43% respondió que no aplican método alguno para desinfectar el ambiente en la consulta odontológica.

Utilizar métodos de descontaminación sin contacto para mejorar los procedimientos de desinfección es importante para evitar enfermedades como el COVID-19 e infecciones cruzadas. El 83% de los profesionales consideró correcto esta afirmación y el 17% restante consideró que no es importante los métodos de descontaminación sin contacto.

Tabla 1. Conocimiento sobre los métodos de desinfección para el ambiente odontológico de los Profesionales del Colegio de Odontólogos de Cotopaxi, Ecuador.

Interrogantes	Respuestas		
	Conoce (%)	Desconoce (%)	Mencionados
Métodos para desinfectar el ambiente odontológico.	74 %	26%	<ul style="list-style-type: none"> • Cloro. • Alcohol. • amonio cuaternario. • Ozono. • rayos ultravioletas tipo C. • desinfectantes de alto nivel. • Termo nebulizador

Aplica algún método para desinfectar el ambiente odontológico	57%	43%	<ul style="list-style-type: none"> • 17% Garhox glutaraldehído. • 10% Cloro. • 9% Amonio cuaternario. • 8% Ozono. • 5% Rayos ultravioleta tipo C. • 4% vaporizador. • 4% Termo nebulizador.
Utilizar métodos de descontaminación sin contacto para mejorar los procedimientos de desinfección es importante	83%	17%	

En la Figura 3 se analizaron las características que buscan los profesionales encuestados al momento de elegir un método de desinfección y estos indicaron que: para el 20% debe ser seguro de usar, para el 15% debe ser un método automático de desinfección, para un 14% este debe generar menos efectos secundarios, para otro 14% debe ser económico, también para otro 14% este debe ser de fácil manejo, el 7% indicó que no debe consumir mucha energía, el 6% que no debe ocupar mucho espacio, el 5% indicó que el producto no debe generar olores, y otro 5% que no debe generar mucho ruido.

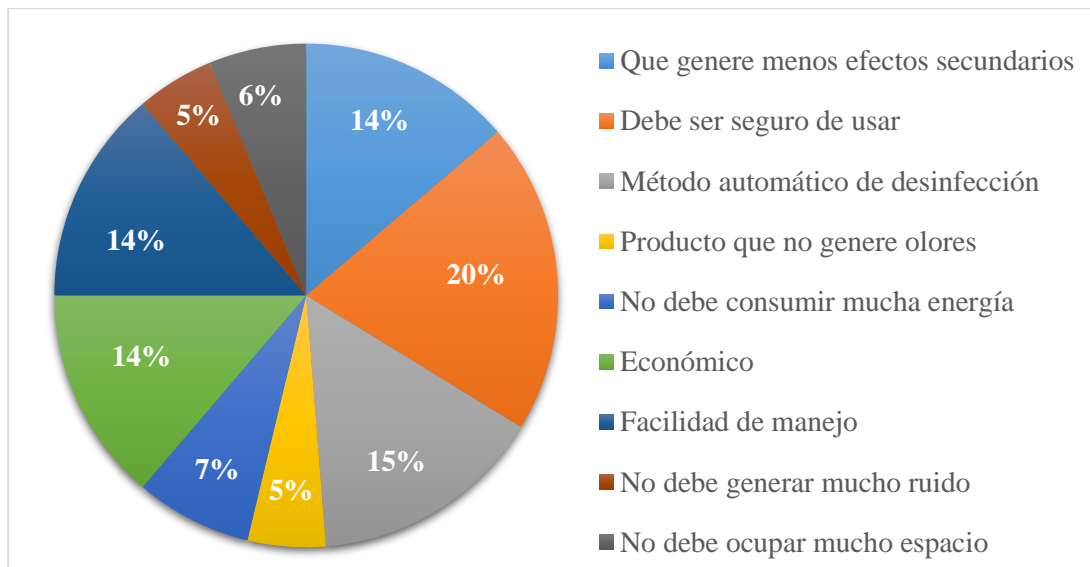


Figura 3. Características que tienen en cuenta al momento de elegir un método de desinfección por los odontólogos encuestados del colegio de odontólogos de Cotopaxi.

La Tabla 2 muestra el conocimiento de los encuestados sobre algunos aspectos relacionados con el ozono en la odontología, como el nivel de desinfección del ozono para cual el 91% señaló conocer que es efectivo contra bacterias, hongos y algunos virus, mientras que el 9% mencionó que desconocían el nivel de desinfección del ozono.

En cuanto a los beneficios del ozono para la salud y para la práctica odontológica, el 87% manifestó conocer los beneficios del ozono indicando que facilita la purificación del aire y la desinfección de superficies, y el 13% de los encuestados desconoce los beneficios que tiene el ozono.

En relación con las propiedades del ozono como desinfectante, las aplicaciones de este en la práctica odontológica y las formas de presentación para su aplicación, solo el 17% manifestó conocer estos tres aspectos sobre el ozono, indicando que proporciona un ambiente esterilizado y una desinfección total, y mencionan su presentación en forma de gas incoloro, el 83% restante desconoce totalmente cada uno de estos aspectos relacionados con el ozono. Un 74% de los encuestados desconoce e indica que el ozono no puede causar perjuicios para la salud y el 26% mencionó que sí puede causar irritación a la piel por uso constante, y en altas concentraciones puede ser tóxico causando afecciones pulmonares.

Tabla 2. Conocimiento sobre la aplicación del ozono en Odontología por los Profesionales del colegio de Odontólogos de Cotopaxi, Ecuador.

Interrogantes	Respuestas		
	Conoce (%)	Desconoce (%)	Mencionando
Nivel de desinfección del ozono	91%	9%	<ul style="list-style-type: none"> Efectivo contra bacterias, hongos y ciertos virus

Beneficios del ozono para la salud y para la odontología	87%	13%	<ul style="list-style-type: none"> • Facilita la purificación del aire y la desinfección de superficies.
Propiedades del ozono como desinfectante	17%	83%	
Aplicaciones del ozono en la práctica odontológica	17%	83%	<ul style="list-style-type: none"> • proporcionar un ambiente esterilizado y una desinfección total.
Formas de presentación del ozono para su aplicación en Odontología.	17%	83%	
El uso del ozono puede ser perjudicial para la salud	26%	74%	<ul style="list-style-type: none"> • Provoca irritaciones a la piel y en altas concentraciones puede ser tóxico y causar afecciones pulmonares.

Discusión.

Conforme a los resultados obtenidos en este estudio, se puede revelar, que un gran porcentaje de los odontólogos de Cotopaxi indicó la importancia que tiene la calidad del aire en la actualidad y la necesidad de utilizar métodos de descontaminación sin contacto para mejorar los procedimientos de desinfección en la práctica odontológica.

Con respecto a las características que los odontólogos buscan al momento de elegir un método de descontaminación se observó que tienen mayores porcentajes el que sea seguro, automático y de fácil manejo. De acuerdo con lo manifestado, es importante destacar un porcentaje preocupante en cuanto a los medios de desinfección, el 26% de la muestra total indica que no conocen métodos para la desinfección del ambiente y es un tema en el que todos los odontólogos están en la obligación de conocer y de reforzarlos en la práctica diaria.

Según el porcentaje que se obtuvo respecto a si utilizan algún método para desinfectar el ambiente odontológico, el 43% del total indicó que no utilizan ningún método, de igual manera esto es

alarmante, ya que la aplicación de medidas de desinfección son los principios preventivos más eficaces para impedir la propagación de las enfermedades, y hoy más que nunca es importante tener un entorno limpio y desinfectado que pueda garantizar la seguridad de los pacientes y los profesionales.

Es importante mencionar también, los resultados que se obtuvieron sobre si conocían las aplicaciones que tiene el ozono, el 83% las desconocía y esto es contradictorio con los resultados antes mencionados sobre los beneficios que tiene el ozono y su conocimiento se centra en la desinfección y purificación del ambiente más no en el resto de sus aplicaciones dentro del campo odontológico; respecto con lo presentado anteriormente, podemos decir, que los odontólogos de Cotopaxi tienen un limitado conocimiento real referente al ozono, ya que en su gran mayoría consideran que el ozono solamente es un agente purificador del aire.

Finalmente, se puede evidenciar el nivel de conocimiento que tienen sobre el ozono y su uso dentro de la práctica odontológica, y estos en comparación con otras investigaciones como la realizada por Vivian Guillaume (Ramírez, et al, 2014), cuyo objetivo fue evaluar el conocimiento sobre Medicina Natural y Tradicional (MNT), donde aplicaron un cuestionario a 88 estomatólogos sobre el conocimiento del efecto terapéutico de la ozonoterapia y obtuvieron los siguientes resultados: el 50% bien, 37.8% regular, 6.8% mal y el 4% no conoce sobre el efecto terapéutico del ozono.

En cuanto a la indicación estomatológica de este, el 76.1% bien, 8.0% regular, 13.6% mal y 2.3% no conoce; estos resultados muestran mayores porcentajes de la muestra que afirmaron tener conocimiento del ozono sobre su efecto e indicación, y por el contrario, los odontólogos de este estudio no tienen claro los beneficios y aplicaciones que tiene el ozono en la práctica odontológica hoy en día, y prefieren inclinarse por otros métodos más avalados y certificados.

En otro estudio realizado por González, et al, (2020), sobre el conocimiento de las diferentes terapéuticas de medicina y su aplicación, analizaron un cuestionario aplicado a 40 profesionales de

la salud entre médicos y enfermeros, y el 100% de los profesionales tenía conocimiento de todos los procedimientos terapéuticos mencionados entre ellos la ozonoterapia, pero solamente el 17.5% del total de encuestados empleaba la ozonoterapia en su práctica diaria, concluyéndose que el porcentaje de profesionales que aplicaba estos procedimientos era mucho menor que el por ciento de profesionales que tenía conocimiento sobre estos, y es ahí donde debemos recalcar el valor de la teoría y la práctica; en comparación con nuestra investigación dentro del 57% de odontólogos que afirmaron utilizar un método de desinfección se señala que el 11% corresponde a los que utilizan el ozono en su práctica diaria.

La importancia de la calidad del aire en el ambiente odontológico radica en la producción de sustancias orgánicas e inorgánicas que se producen durante los procedimientos dentales. En una investigación sobre los aerosoles y salpicaduras en odontología, la cual realizó una revisión de la literatura, se indicó que los aerosoles producidos en una atención odontológica son responsables de la propagación de microorganismos en el aire y sus pequeñas partículas pueden permanecer en el aire durante varias horas y extenderse a grandes distancias y contaminar superficies cuando caen (Harrel & Molinari, 2004). Otro estudio que realizó una revisión del alcance de los bioaerosoles en la atención médica y el entorno dental, confirmó que los aerosoles tienen la capacidad de penetrar y alojarse en las vías respiratorias, y dependiendo de las técnicas de muestreo y cultivo, su composición puede contener variedad de cepas bacterianas y fúngicas (Zemouri et al, 2017).

Prestar atención a la calidad del aire implica evitar riesgos para la salud humana derivados de la contaminación ambiental relacionada con sustancias agresivas, y a su vez, el logro de la mejor eficacia en la desinfección y erradicación de microorganismos que puedan afectar la salud humana. Los autores del estudio antes mencionados (Zemouri et al, 2017) también señalaron que es difícil establecer el peligro exacto de contaminación que puede ocurrir en el ambiente odontológico, por

lo que es necesario una investigación más detallada que incluya todos los factores que afectan la resistencia de los microorganismos en el aire.

No existe un mecanismo o dispositivo que pueda reducir completamente el peligro de infección; en un estudio sobre métodos alternativos de esterilización en prácticas dentales, los autores (Cumbo et al, 2020) sugieren que este riesgo se podría reducir combinando desinfectantes adecuados con un sistema de protección adicional como son los métodos de descontaminación sin contacto para mejorar los procedimientos de desinfección; y ratifican que el uso de una barrera personal eliminaría la mayoría de los peligros, pero cualquier sustancia infectocontagiosa puede ingresar al tracto respiratorio.

Según Harrel & Molinari (2004), el aerosol puede estar presente en el aire hasta 30 minutos después de un procedimiento clínico o ingresar al sistema de ventilación y pueda propagarse a los sitios que no están protegidos por barreras.

Además, Cumbo et al, (2020) señalaron que los métodos convencionales de limpieza y desinfección utilizados a lo largo de los años pueden estar limitados por factores como la selección del producto o los procedimientos operativos, y estos factores dependen del operador, por lo que el éxito de estos procedimientos demanda la innovación del comportamiento humano; por otro lado, mencionaron que los métodos de descontaminación sin contacto no dependen del operador, pues están basados en dispositivos que realizan todo el procedimiento sin intervención manual y pudieran aplicarse al campo de la odontología, especialmente ahora que han surgido importantes problemas de desinfección debido a la emergencia sanitaria a nivel mundial.

Otro estudio realizado sobre mejores prácticas para la desinfección de superficies y equipos menciona que las superficies ambientales y los objetos de las habitaciones generalmente no se limpian adecuadamente, y estas superficies pueden ser importantes en la propagación de patógenos relacionados con la atención médica (Rutala & Weber, 2019).

A raíz de la emergencia sanitaria relacionada con el nuevo SARS-CoV-2/COVID-19 y para limitar su propagación, se ha hecho más énfasis en la higienización de ambientes y de superficies, además de las medidas de protección y prevención individual. Varias investigaciones han propuesto métodos de desinfección y sanitización basados en varios tipos de desinfectantes químicos y dispositivos de desinfección.

Algunos estudios (Christopherson et al, 2020), (Szeto et al, 2020) mencionan que la forma más efectiva para eliminar la contaminación del aire es usar el filtro de aire de partículas de alta eficiencia (HEPA) y usar luz ultravioleta, pero actualmente esto es algo caro para la mayoría de las clínicas dentales. En los últimos meses, se ha prestado especial atención a la comercialización de dispositivos que generan ozono para este fin, por lo que conviene preguntarse si el ozono también es eficaz contra el nuevo SARS-CoV-2.

Varios autores han justificado que el ozono puede ser reconocido como un "gas seguro" para ser utilizado como desinfectante en ambientes contaminados con bacterias, virus, gérmenes, así como ácaros e insectos, ya que tiene la característica de ser un poderoso agente oxidante, que daña principalmente a las membranas celulares y las cubiertas virales, sobre las cuales no actúan los mecanismos clásicos de resistencia microbiana. Gracias a esta propiedad, ha demostrado ser muy eficaz para matar bacterias, hongos y mohos e inactivar virus (Zoutman et al, 2011); (Celebi et al, 2018).

Los autores Cumbo et al., mencionaron que la efectividad del ozono en el tratamiento de microorganismos principalmente bacterias y virus están relacionados con múltiples factores, como son la concentración de ozono, la temperatura del ambiente, la humedad del ambiente, y el tiempo de exposición.

En los Estados Unidos, el uso de nuevas tecnologías está regulado por la Administración de Alimentos y Medicamentos conocida como FDA por sus siglas en inglés y debe someterse a una

revisión regulatoria antes de ingresar al mercado comercial; hasta la fecha no se ha indicado que estén autorizados a vender algún producto que use gas ozono, ya que aún no han evaluado la seguridad y efectividad con la que se afirma se puede limpiar y desinfectar máquinas y accesorios en el hogar o en el entorno de la atención médica. En el Ecuador, según la Norma de Calidad del Aire Ambiente establece, que el ozono no deberá exceder de ciento veinte microgramos por metro cúbico (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2010).

En varios estudios se indica que se han creado versiones modificadas y mejoradas de productos existentes y uno de ellos hace una revisión de nuevos desarrollos en desinfección y esterilización (Wallace, 2016), presentando como una de ellas al esterilizador STERIZONE VP4 que utiliza dos tipos de esterilizantes, ozono y peróxido de hidrógeno; este fue el primer esterilizador de equipo médico utilizado en instalaciones médicas con excelentes resultados.

Otro nuevo sistema AsepticSure utiliza un proceso basado en ozono para generar vapor oxidante altamente reactivo con una amplia gama de propiedades antibacterianas de alto nivel. Se combinó gas ozono a 50-500 ppm con vapor de peróxido de hidrógeno al 3% en una cámara de prueba, y los organismos de prueba incluyeron staphylococcus aureus, enterococcus, escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, clostridium difficile y esporas de bacillus subtilis secadas sobre discos de acero o gasas de algodón. La combinación de ozono con vapor de peróxido de hidrógeno logró un alto nivel de desinfección y se redujeron las bacterias y esporas analizadas de 30 a 90 minutos (Zoutman et al, 2011).

En otro estudio, donde el Instituto Cubano de Neurología y Neurocirugía (Lara-Fernández et al., 2020) instaló un generador de ozono marca ASP modelo SP-MINI, se pudo confirmar a través de sus resultados que la ozonización del aire pudo reducir significativamente las unidades formadoras de colonias de bacterias aeróbicas, transformando así un ambiente no aceptable en uno muy limpio.

Estudios anteriores sobre las propiedades bioquímicas y farmacológicas del ozono, una terapia biológica en odontología nos menciona los efectos controversiales que tiene el ozono como son: antimicrobiano, inmunoestimulante, antiinflamatoria y analgésico, y acción anti-hipóxica; además, en los últimos años, la ozonoterapia se ha utilizado mucho en la práctica clínica diaria, los investigadores de estos estudios han confirmado que el uso de ozono puede ser beneficioso en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, enfermedades de la piel y enfermedades pulmonares (Di Mauro et al, 2019); (Naik et al, 2016).

En varias publicaciones de estudios realizados (Sen & Sen, 2020); (Tricarico et al, 2020), se ha reconocido los múltiples procedimientos y especialidades dentales que han utilizado el ozono para la potabilización del agua en las líneas de la unidad dental, para el cuidado y prevención de caries en dentición decidua y dentición permanente, en periodoncia, endodoncia, cirugía oral, prótesis, ortodoncia, dolor e hipofunción de la ATM, profilaxis dental y más. La aplicación del ozono en el campo odontológico ha servido para múltiples propósitos; sin embargo, debido a la falta de estandarización de los procedimientos, los resultados no se han evaluado de manera consistente.

En cuanto a la forma de visualización, se ha creado el ozono en varios tipos de equipos, como generadores de ozono o purificadores de aire electrostáticos. Naik et al, (2016) nos mencionan tres sistemas diferentes que producen gas ozono: la baja concentración de ozono producida por el sistema UV que se puede utilizar para la estética y la purificación del aire; un sistema de plasma frío para purificar el aire y agua; el sistema de descarga de corona genera altas concentraciones de ozono y es el sistema más utilizado en el campo médico-odontológico.

Es necesario indicar, que el ozono puede ser tóxico o seguro dependiendo de su dosis, tiempo de exposición y capacidad antioxidante del tejido expuesto; varios investigadores nos mencionan que se deben seguir pautas precisas en las diferentes aplicaciones, y la concentración de la mezcla utilizada debe estar dentro del rango no tóxico (Di Mauro et al, 2019).

La FDA declaró en su sitio web oficial que los riesgos potenciales de exposición al gas ozono excesivo incluyen irritación en las vías respiratorias (nariz, garganta y pulmones), especialmente para aquellos con enfermedades respiratorias sensibles como asma o alergias. Aunque el ozono tiene ciertas ventajas como la no invasividad, simplicidad y menor consumo de tiempo, la inhalación de ozono puede ser tóxica para el sistema pulmonar y otros órganos. Los efectos secundarios señalados por Naik et al, (2016) son: epifora, tos, dolor de cabeza, náuseas ocasionales, vómitos, dificultad para respirar, irritación de las vías respiratorias superiores, rinitis, inflamación de los vasos sanguíneos, mala circulación, y problemas cardíacos.

El conocimiento acerca del ozono debe ser considerado útil para que los profesionales de la salud y que estos lo tengan como un mecanismo de desinfección, ya que el reto es combatir diariamente los diversos microorganismos que se encuentran en el ambiente y la aplicación de este método en combinación con otros podría prevenir e impedir muchas enfermedades infectocontagiosas. Es pertinente mencionar, que se deberían ir desarrollando y perfeccionando estudios y nuevas tecnologías de desinfección para optimizar los procesos de sanitización y su mejora perdurable. De igual forma, la capacitación entorno al empleo del ozono garantizará la dosificación apropiada, así como el uso eficiente del mismo, para que a la vez que contribuye a la desinfección, no dañe el medio ambiente ni provoque efectos colaterales irreversibles en los pacientes.

CONCLUSIONES.

Se identificó que los profesionales del Colegio de Odontólogos de la provincia de Cotopaxi, Ecuador, presentaban un limitado conocimiento acerca de los aportes del ozono a la práctica odontológica en diferentes especialidades y como método de desinfección de espacios; estableciéndose la necesidad de su capacitación sobre su uso adecuado dentro de la práctica odontológica y obtener resultados óptimos para los pacientes.

Se confirmó que existen múltiples riesgos en las clínicas odontológicas debido a la mala calidad del aire y la presencia de superficies contaminadas, y que para impedir la propagación de enfermedades en este medio es de vital importancia la aplicación de medidas de desinfección.

Se determinó la necesidad de continuar desarrollando la capacitación de los especialistas en odontología sobre el empleo del ozono y sus características, así como sobre la reducción de los daños al medio ambiente a través de su uso en la práctica odontológica.

Aunque la literatura científica existente respalda la efectividad del ozono en la inactivación de virus, hay muy pocos estudios al respecto relacionados con el virus del SARS y ni siquiera un solo estudio sobre su eficiencia de inactivación en el SARS-CoV-2. Aunque se pudiera presumir que el ozono es igualmente efectivo para inactivar el SARS-CoV-2, se propone realizar estudios específicos para establecer las bases científicas que lo respalden y además plantear la dosis de ozono adecuada y los tiempos de exposición efectivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Celebi, H., Büyükerkmen, E. B., & Torlak, E. (2018). Disinfection of polyvinyl siloxane impression material by gaseous ozone. *The Journal of prosthetic dentistry*, 120(1), 138–143.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022391317306315>
2. Christopherson, D. A., Yao, W. C., Lu, M., Vijayakumar, R., & Sedaghat, A. R. (2020). High-Efficiency Particulate Air Filters in the Era of COVID-19: Function and Efficacy. *Otolaryngology--head and neck surgery: official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 163(6), 1153–1155.
<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0194599820941838>
3. Cumbo, E., Gallina, G., Messina, P., & Scardina, G. A. (2020). Alternative methods of sterilization in dental practices against COVID-19. *International Journal of Environmental*

- Research and Public Health*, 17(16), 5736. <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/16/5736/pdf?version=1596878351>
4. Di Mauro, R., Cantarella, G., Bernardini, R., Di Rosa, M., Barbagallo, I., Distefano, A., Longhitano, L., Vicario, N., Nicolosi, D., Lazzarino, G., Tibullo, D., Gulino, M. E., Spampinato, M., Avola, R., & Li Volti, G. (2019). The Biochemical and Pharmacological Properties of Ozone: The Smell of Protection in Acute and Chronic Diseases. *International journal of molecular sciences*, 20(3), 1-13. <https://www.mdpi.com/1422-0067/20/3/634/pdf?version=1549018055>
 5. Fernández, A. J. R., Gómez, G. A. Á., & Ricardo, J. E. (2021). La investigación científica en la educación superior como contribución al modelo educativo. *Universidad y Sociedad*, 13(S3), 408-415.
 6. González, M., Casanova, M., & Machado, F. (2020). Conocimiento y aplicación de la medicina natural y tradicional por profesionales del Policlínico Universitario Hermanos Cruz. *In I Jornada Provincial NATUGUASO 2020*. Obtenido de: <http://natuguaso2020.sld.cu/index.php/natuguaso/2020/paper/view/19/19>
 7. Harrel, S. K., & Molinari, J. (2004). Aerosols and splatter in dentistry: a brief review of the literature and infection control implications. *Journal of the American Dental Association* (1939), 135(4), 429–437. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0002817714612277?token=0EBDBE261A4333D55C87BA506E2F2D796C9BDF47D724934BC945B27312E3A2BA5ED03E466FEB4C6C750DEB432011D5F4&originRegion=us-east-1&originCreation=20220523215241>
 8. Lara-Fernández, Gloria Esther, Ariosa- Acuña, Concepción María, Borroto-Rodríguez, Vivian, Puerta-Armas, Ángela, Ortiz-Hernández, Raúl, & Villalobos-Morales, César. (2020). Ozono

- como método de desinfección del ambiente hospitalario. *Acta Médica Costarricense*, 62(2), 72-78. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/amc/v62n2/0001-6002-amc-62-02-72.pdf>
9. Martinelli, M., Giovannangeli, F., Rotunno, S., Trombetta, C. M., & Montomoli, E. (2017). Water and air ozone treatment as an alternative sanitizing technology. *Journal of preventive medicine and hygiene*, 58(1), E48–E52. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5432778/pdf/2421-4248-58-E48.pdf>
10. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2010). *Plan Nacional de la calidad del aire*. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Obtenido de: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/libro-calidad-aire-1-final.pdf>
11. Naik, S., Kohli, S., Zohabhasan, S., & Bhatia, S. (2016). Ozone- A Biological Therapy in Dentistry- Reality or Myth?????. *The open dentistry journal*, 10(1), 196–206. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4911747/pdf/TODENTJ-10-196.pdf>
12. Ramírez, V. G., Gómez, M. T. O., Artímez, I. Á., & Quintero, M. E. M. (2014). Evaluación del conocimiento sobre Medicina Natural y Tradicional en estomatólogos del municipio Playa. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 13(1), 120-133. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revhabciemed/hcm-2014/hcm141n.pdf>
13. Rutala, W., & Weber, D. (2019). Best practices for disinfection of noncritical environmental surfaces and equipment in health care facilities: A bundle approach. *American journal of infection control*, 47(1), A96–A105. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2019.01.014>
14. Saccucci, M., Ierardo, G., Protano, C., Vitali, M., & Polimeni, A. (2017). How to manage the biological risk in a dental clinic: current and future perspectives. *Minerva stomatologica*, 66(5), 232-239.
15. Sebastiani, F. R., Dym, H., & Kirpalani, T. (2017). Infection control in the dental office. *Dental Clinics*, 61(2), 435-457. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2016.12.008>

16. Sen, S., & Sen, S. (2020). Ozone therapy a new vista in dentistry: integrated review. *Medical gas research*, 10(4), 189–192.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8092153/pdf/MGR-10-189.pdf>
17. Szeto, W., Yam, W. C., Huang, H., & Leung, D. Y. (2020). The efficacy of vacuum-ultraviolet light disinfection of some common environmental pathogens. *BMC infectious diseases*, 20(1), 1-9. <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12879-020-4847-9.pdf>
18. Tricarico, G., Rodrigues Orlandin, J., Rocchetti, V., Ambrosio, C. E., & Travagli, V. (2020). A critical evaluation of the use of ozone and its derivatives in dentistry. *European review for medical and pharmacological sciences*, 24(17), 9071–9093.
<https://www.europeanreview.org/wp/wp-content/uploads/9071-9093.pdf>
19. Wallace C. A. (2016). New developments in disinfection and sterilization. *American journal of infection control*, 44(5), e23–e27
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S019665531600198X>
20. Zemouri, C., de Soet, H., Crielaard, W., & Laheij, A. (2017). A scoping review on bio-aerosols in healthcare and the dental environment. *PloS one*, 12(5), 1-25.
<https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0178007&type=printable>
21. Zoutman, D., Shannon, M., & Mandel, A. (2011). Effectiveness of a novel ozone-based system for the rapid high-level disinfection of health care spaces and surfaces. *American journal of infection control*, 39(10), 873–879.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S019665531100160X>

DATOS DE LOS AUTORES.

1. **Yaima Rodríguez Cuellar.** Especialista de Primer Grado en Estomatología General Integral. Docente de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ua.yaimarodriguez@uniandes.edu.ec
2. **Yamily González Cardona.** Especialista de Primer Grado En Cirugía Maxilo Facial. Docente de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ua.yamilygonzales@uniandes.edu.ec
3. **Liset Camaño Carballo.** Especialista de Primer Grado en Estomatología General Integra. Docente de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ua.lisetcamano@uniandes.edu.ec

RECIBIDO: 21 de mayo del 2022.

APROBADO: 3 de julio del 2022.