



Impacto ambiental de la odontología. Revisión de la literatura

Environmental Impact of dentistry. Review of the literature

Wilmer Gabriel Pineda Palacios¹, Lorena Alexandra González Campoverde²

¹ Universidad Católica de Cuenca. wilmer.pineda@est.ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0003-6909-6805>

² Universidad Católica de Cuenca. lgonzalez@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4651-1212>

DOI: <https://doi.org/10.26871/killkanasocial.v8i1.1378>

RESUMEN

Se define impacto ambiental a cualquier cambio del medio ambiente, sea positivo o negativo, resultado de las actividades realizadas por una persona u organización. Aunque el sistema de salud busca disminuir el índice de enfermedades en la población mundial, también provoca ciertos daños al medio ambiente. Los avances tecnológicos, el crecimiento del sector médico y odontológico a nivel mundial, sumado al uso de productos desechables, son factores que han contribuido a que una gran cantidad de residuos sean generados, los cuales requieren de una correcta recolección, tratamiento y eliminación. No existen datos específicos en la literatura sobre la huella de carbono producida por el sector público y privado, ni comparaciones estadísticas sobre los métodos de eliminación de desechos. Por tanto, el

presente artículo de revisión tiene como objetivo analizar la bibliografía más reciente sobre los materiales que generan un impacto ambiental en el área de la odontología, además de los nuevos métodos de eliminación de desechos propuestos como alternativa ecológica y las consecuencias ambientales producidas por la incineración de los desechos generados en esta área de la salud. Se realizó la búsqueda electrónica en diversas bases de datos como PubMed, Google Académico, Scopus, Scielo, Redalyc y Dialnet. El límite de antigüedad fue de 5 años, en idiomas: español, inglés, portugués y alemán. La estrategia de búsqueda se basó en utilizar las palabras clave "impacto ambiental", "odontología".

Palabras Clave: Impacto ambiental, odontología.

ABSTRACT

Environmental impact is any change in the environment, whether positive or negative, resulting from the activities carried out by a person or organization. Although the health system seeks to reduce the rate of disease in the world population, it also causes specific environmental damage. Technological advances, the growth of the medical and dental sector worldwide, and the use of disposable products have contributed to the generation of a large amount of waste, which requires proper collection, treatment, and disposal. There is no specific data in the literature on the carbon footprint produced by the public and private sectors, nor statistical comparisons on waste disposal methods. Therefore, this review article aims to analyze the most recent literature on materials that generate an environmental impact in the area of dentistry, in addition to the new waste disposal methods proposed as an ecological alternative and the environmental consequences produced by the incineration of waste generated in this area of health. An electronic search was conducted in PubMed, Google Scholar, Scopus, SciELO, Redalyc, and Dialnet databases. The age limit was five years in Spanish, English, Portuguese, and German. The search strategy was based on the keywords "environmental impact" and "dentistry."

Keywords: Environmental impact, dentistry.

1. Introducción

Se define por impacto ambiental a cualquier cambio del medio ambiente, sea positivo o negativo, resultado de las actividades realizadas por una persona u organización. (Silot et al., 2019)

Actualmente, existen tratados y leyes a nivel global sobre el control de la alteración climática, como la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en 1992, precursora del cambio climático, 5 años después, el "Protocolo de Kioto" que comprometió a los gobiernos a nivel mundial a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, después, en 2007 la "Revisión Stern" destacó las consecuencias del cambio climático en la economía de los países, y el "Acuerdo de París" en 2016, que solicitó a los países implementar sus contribuciones a escala nacional. (Duane et al., 2019)

Si bien es un hecho que el sistema de salud busca disminuir el índice de enfermedades en la población mundial, también provoca ciertos daños. Por ejemplo, el Servicio Nacional de Salud (NHS) de Inglaterra produce cerca de 22,8 millones de toneladas de emisión de carbono, un equivalente al 3% de la huella de carbono de todo el país, mientras que, en Estados Unidos es del 10% y en Australia es del 7%. Dentro de este 3% también se encuentra el área de odontología. (Duane et al., 2019)

La Organización Mundial de la Salud (OMS), considera a los desechos biomédicos (DBM) como un riesgo potencial para la salud de las personas y del medio ambiente, que se puede definir como "la generación de materiales de desecho en instituciones de salud, así como en instalaciones de investigación médica, laboratorios y clínicas privadas". Desde productos químicos, farmacéuticos, instrumentos médicos, agujas, jeringas y materiales radiactivos están en esta categoría: pueden ser peligrosos o no peligrosos, y cuando provienen de hospitales se denomina residuos hospitalarios (RH). (Antoniadou et al., 2021)

Según la OMS, 85% de los RH no son de tipo infeccioso, por otra parte, el 15% sí se considera infeccioso, haciendo que los problemas y riesgos potenciales de la generación DBM sean cada vez más evidentes. (Antoniadou et al., 2021)

Factores como el avance de la tecnología, un sector médico y odontológico en constante crecimiento a nivel mundial, y el uso de productos desechables, contribuyen a que se genere una cantidad cada vez mayor de residuos dentales (RD). (Antoniadou et al., 2021)

Esto debido a que ingresan nuevos materiales al mercado dental, los cuales son acusados de emisiones peligrosas al ser incinerados o evaporados. Por lo tanto, todos los RD requieren de una correcta recolección, tratamiento y eliminación. (Antoniadou et al., 2021)

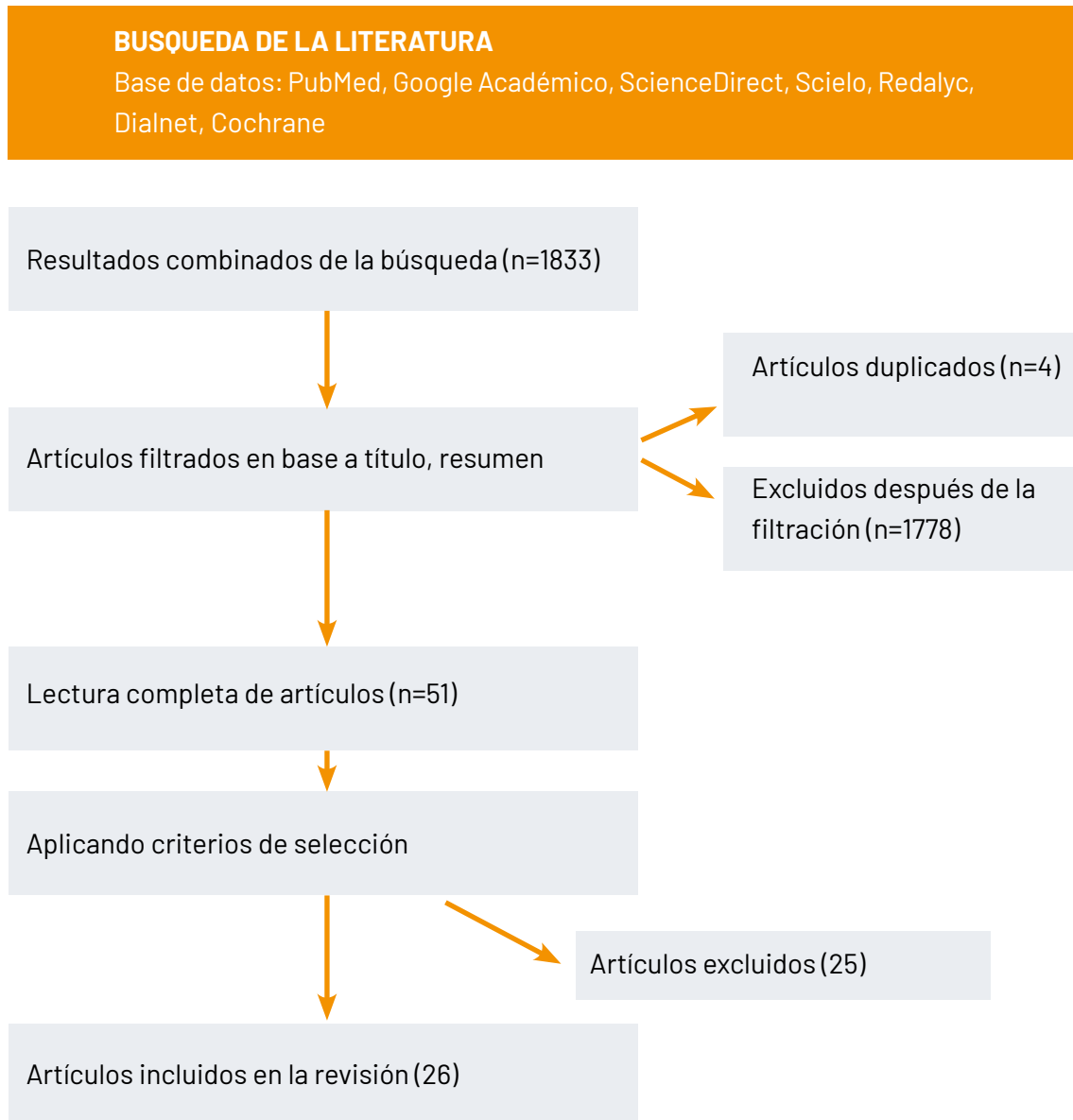
Aun no se cuentan con datos específicos en la literatura sobre la huella de carbono producida por los RD del sector público y privado, solo se dispone de estudios sobre el impacto de ciertos materiales mediante el método LCA (Lyfe cycle assessment). (Antoniadou et al., 2021) Por tanto, el presente artículo de revisión tiene como objetivo analizar la bibliografía más reciente sobre los materiales que generan un impacto ambiental en el área de la odontología, además de los nuevos métodos de eliminación de desechos propuestos como alternativa ecológica y del impacto producido por la incineración de desechos.

2. Metodología

El presente estudio es una revisión bibliográfica, la cual se realizó mediante la búsqueda electrónica extensa en diversas bases de datos como PubMed, Google Académico, Scopus, Scielo, Redalyc y Dialnet. La búsqueda se realizó con un límite de 5 años de antigüedad, en idiomas: español, inglés, portugués y alemán. La estrategia de búsqueda se basó en utilizar las palabras clave "impacto ambiental", "odontología" (términos DeCS) y "environmentally impact" "dentistry" (términos MeSH), además, se utilizaron términos abiertos y descriptores controlados e indexados para cada una de las bases de datos, los cuales se unieron mediante operadores booleanos OR y AND.

Tabla 1. Estrategia de búsqueda

Bases digitales	Palabras Clave
PubMed	((“environmentally impact”) AND (“dentistry”)) OR ((environmentally impact) AND (dental “implant”)) OR ((environmentally impact) AND (dental “endodontics”)) OR ((environmentally impact) AND (dental “amalgam”)) OR ((environmentally impact) AND (dental “fixed” “prosthesis”)) OR ((environmentally impact) AND (dental “removable” “prosthesis”)) OR ((environmentally impact) AND (dental x-rays)) OR ((environmentally impact) AND (“interdental” hygiene)) OR ((environmental impact) AND (dental “fluoride”))
Google Académico	environmental impact Dentistry AND impacto ambiental odontología OR “protesis” OR “endodoncia” OR “implante”
ScienceDirect	“environmental impact” AND “dentistry”
Scielo	“impacto ambiental” AND “odontología”
Redalyc	(“impacto ambiental” AND “odontología”) OR (“Environmentally impact” AND “dentistry”)
Dialnet	impacto ambiental odontologia
Cochrane	“environmentally impact” AND “dentistry” OR “impacto ambiental” AND “odontología”

Figura 1. Diagrama de flujo de selección de artículos

Criterios selección

Para la correcta selección de los artículos incluidos en esta revisión, se aplicaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

En los criterios de inclusión se encuentran: Estudios de revisión de literatura, estudios de revisión sistemática con y sin meta-análisis, estudios experimentales, artículos en cualquier idioma relacionados con el impacto ambiental de la odontología, artículos de hasta 5 años de antigüedad.

Entre los criterios de exclusión se encuentran: Tesis, cartas al editor, artículos sin texto completo, artículos que no traten sobre el impacto ambiental de la odontología en específico, artículos de acceso limitado.

Aspectos éticos

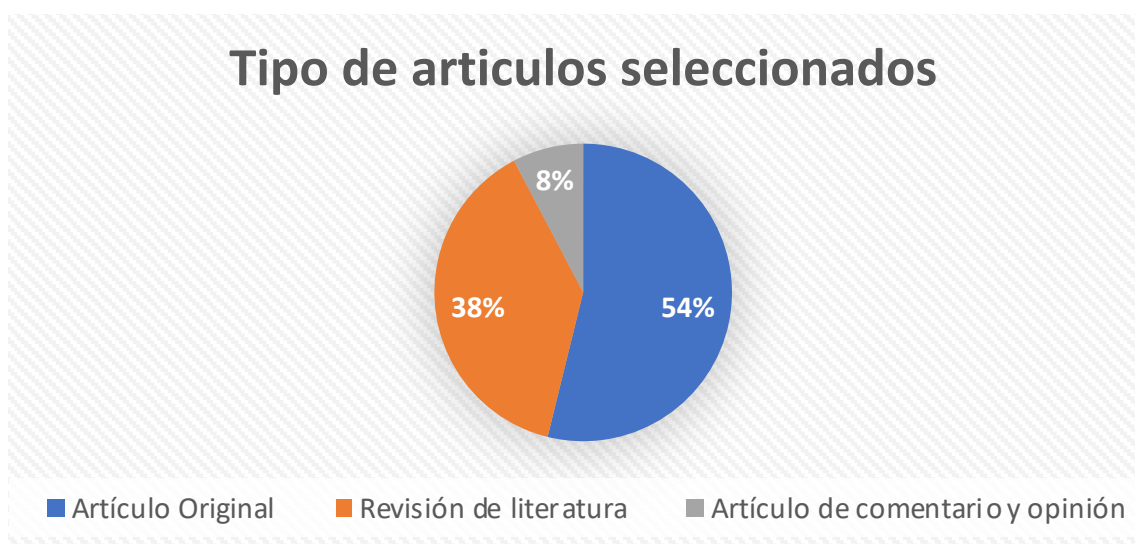
Al tratarse de una revisión bibliográfica, los permisos de bioética no aplican en esta investigación, ya que no se realizará ninguna intervención sobre ningún ser vivo, y se limitaran solo a ser un estudio de ámbito documental.

3. Resultados

Las bases de datos analizadas para la realización de este artículo de revisión fueron: PUBMED con un aporte de 1602 artículos, Google académico con 146 artículos, ScienceDirect con 68, Scielo 1, Redalyc 8, Dialnet 7, Cochrane 1 artículo, dando un total de N=1833 artículos revisados.

De los cuales se eliminó los artículos que no estaban relacionados con el tema por su título y resumen junto con los artículos duplicados, con un resultado de 1.782 artículos, dando como resultado 51 artículos de los cuales se realizó una lectura completa, y, aplicando los criterios de selección, se determinó que solo 26 artículos fueron considerados adecuados para esta revisión de la literatura.

GRÁFICO 1. Porcentajes de los tipos de artículos seleccionados



Los 26 artículos seleccionados abarcan diferentes tipos de estudios que son: artículo original en un 54%, revisión de la literatura un 38% y artículo de comentario y opinión un 8%.

4. Desarrollo

Contaminación en odontología

El peligro de contaminación abarca tanto a los profesionales como a los pacientes, ya que, si el manejo de desechos producidos no es la adecuada, se vuelven poco a poco una preocupación mayor, sobre todo por el daño al medio ambiente. La Asociación Brasileña de Normas y Técnicas (ABNT) definió a los residuos de los servicios de la salud (RSS) como: "todo tipo de residuos producidos en las instituciones de salud y su correcto manejo es una forma eficaz de gestionarlos". Por tal motivo, el conocimiento de los diferentes tipos de desechos es fundamental para que tanto profesionales como estudiantes sean capaces de identificar adecuadamente los mismos. (Câmara et al., 2021)

Efectos de los desechos odontológicos sobre el personal de la salud

Los residuos biomédicos son un peligro potencial para el personal a cargo de la eliminación de desechos, en especial los residuos punzocortantes contaminados, debido a su alto contenido microbiano. (Subramanian et al., 2021)

En el área de odontología, algunos desechos implican un potencial riesgo biológico a tomar en cuenta, entre los cuales están:

- Los desechos infecciosos: bloques de mordida oclusales, prótesis dentales y aparatos ortodóncicos, que suelen contener residuos como saliva y sangre, siliconas, guantes y envases de plástico para transporte de prótesis.
- Los desechos tóxicos no infecciosos: aleaciones de amalgama, ácidos para el pulido de estructuras metálicas, restos de resina acrílica, residuos de yeso, polvo de metal, aleaciones metálicas de desecho y porcelana
- Los residuos de tipo doméstico: compuestos por vasos de papel, plásticos, lijas y residuos domésticos. (Subramanian et al., 2021)

Impacto ambiental de los materiales restauradores en odontología

Los materiales más utilizados para restauraciones son tres: la amalgama dental (AD), la resina compuesta (RC) y el cemento de ionómero de vidrio (CIV) (Smith et al., 2023)

La AD está compuesta de varios metales como; plata, estaño, zinc y cobre; siendo el mercurio su componente principal (43 a 54%) (Tibau et al., 2019). De los 3 tipos de mercurio que existen, el elemental es el utilizado para la fabricación de este material. (Aaseth et al., 2018)

Aunque su uso es menor, se mantiene como una opción más económica y duradera para personas de bajos recursos (Bakhurji et al., 2019), sin embargo, situaciones como un derrame accidental en el área de trabajo o su remoción de la cavidad oral (Subramanian et al., 2021), puede provocar trastornos alérgicos o neurológicos a largo plazo, además de contaminar el medio ambiente. (Aaseth et al., 2018)

Según un reporte de la Agencia de Protección Ambiental emitido en 2017, los odontólogos desechan alrededor de 5,1 toneladas de mercurio al año, mismos que terminan en las aguas residuales, convirtiéndose en metilmercurio al haber un contacto con la fauna marina. (Subramanian et al., 2021)

Los materiales de RC, a diferencia de la AD, permiten realizar preparaciones más conservadoras por sus características adhesivas, integridad estructural, forma y estética. El estudio realizado por Mulligan et al afirma que las partículas resultantes de la remoción o pulido de una restauración tienen una potencial contaminación, sin embargo, aún no existen estudios que confirmen su impacto ambiental. (Mulligan et al., 2022)

Los CIV suelen utilizarse en procedimientos como restauraciones clase III y V de Black, agente de cementación, y como agente cariostático por la liberación de flúor. Un estudio realizado por Smith et al determinó el impacto ambiental de la AD, RC y CIV utilizando el método LCA con parámetros relacionados a su fabricación y transporte, en el cual el CIV tuvo el menor impacto ambiental en la mayoría de categorías, mientras que la AD tuvo el más alto. (Smith et al., 2023)

Impacto ambiental de un tratamiento endodóntico

Un estudio realizado por Duane et al en la Universidad de Malmö, Suecia, analizó mediante el método LCA parámetros como la electricidad usada durante el procedimiento, el equipo de protección del profesional, los instrumentos utilizados, las sesiones requeridas y los materiales usados para desinfección. (Duane et al., 2020)

Suponiendo que el tratamiento se realizaría en 2 sesiones, de una hora y media cada una, se concluyó que un tratamiento endodóntico aporta 4,9 kg de emisiones de dióxido de carbono aproximadamente, donde el contribuyente más significativo es el uso de electricidad, seguido del uso de limas K y limas Niti Wave, recomendando desechar las limas K luego de 5 usos y las Niti luego de uno, la desinfección con alcohol isopropílico para desinfectar el área del sillón dental, jabón desinfectante y detergentes para la limpieza de instrumental, el babero desechable, y por último el sellador del conducto radicular, del cual aún no hay estudios específicos sobre su impacto ambiental. (Duane et al., 2020)

Impacto ambiental de los biomateriales usados en implantología dental

Al ser una opción de alta demanda en odontología estética y funcional, se plantea la interrogante de su posible impacto ambiental producido por los procesos de fabricación y materias primas para su elaboración. (De Bortoli et al., 2019)

Algunos de los materiales usados para su producción son: acero inoxidable 316L, alúmina (Al₂O₃), policristal de zirconio tetragonal estabilizado con itria (Y-TZP), aleación de

cobalto-cromo (CoCr), titanio comercialmente puro (cp-Ti) y aleación de titanio alfa-beta (Ti6Al4V). (De Bortoli et al., 2019)

Mediante una evaluación del impacto relacionado con la producción de estos materiales, se concluyó que, los materiales cerámicos, como la biocerámica de zirconio, tienen una menor generación de gases de efecto, y consumen menos cantidad de agua y energía. (De Bortoli et al., 2019)

Impacto ambiental de los materiales de higiene bucal

Debido a que la enfermedad periodontal afecta a gran parte de la población, su prevención mediante la eliminación de placa bacteriana es fundamental, por lo que se requiere de accesorios como cepillo, hilo dental y cepillo interdental (CID) los cuales son necesarios para la higiene de zonas de difícil acceso. (Abed et al., 2023)

Algunos de los elementos de limpieza disponibles en Reino Unido, además del hilo tradicional de plástico son: Hilo dental normal, hilo dental de esponja, Floss Pick de hilo dental, Hilo de bambú, Cepillo interdental regular, Picks del CID, CID de cabeza reemplazable y CID de Bambú. (Abed et al., 2023)

El estudio realizado por Abed et al. mediante el método LCA demostró que los Floss Pick tuvieron el mayor impacto ambiental de los ocho productos analizados, mientras que el más bajo fue el CID de bambú. (Abed et al., 2023)

Un estudio realizado por Lyne et al en el hospital Eastman Dental en Londres también analizó mediante el método LCA el impacto del cepillo manual de plástico, de bambú, con cabezal reemplazable y eléctrico. El resultado fue que los cepillos de bambú y de cabezal tenían el menor impacto. (Lyne et al., 2020)

Otro estudio similar realizado por los mismos autores en 2020 buscó analizar el impacto ambiental del cepillo de plástico a comparación del cepillo de bambú y los cepillos fabricados de plástico reciclable. El resultado fue que el cepillo elaborado de plástico reciclado tenía el menor impacto ambiental en comparación a los demás. (Duane et al., 2020)

Impacto ambiental de las radiografías tradicionales

Los efluentes generados para el procesado y los componentes de la película radiográfica, como la solución fijadora, láminas y escudos de plomo, contienen compuestos orgánicos, inorgánicos y tóxicos que afectan al medio ambiente si no se manejan correctamente. (Subramanian et al., 2021) Sin embargo, el principal problema es el tratamiento adecuado más que su producción, debido a la falta de recursos financieros y tecnológicos para su manejo. (Campos et al., 2020)

Impacto ambiental de los metales usados en prótesis removible y fija

La elaboración de prótesis dentales es la principal causa de acumulación de residuos metálicos en los laboratorios, los cuales se almacenan y deterioran, siendo desechados sin el debido manejo, ocasionando problemas ambientales contaminando el suelo, agua y el aire. (Palomino et al., 2020)

El Laboratorio de Prótesis Dental de la Fundación Universitaria Autónoma de las Américas, en 2020, se enfocó en el estudio de esta problemática. Recolectaron los excedentes metálicos de los procesos de fundición y colado, para determinar si es posible su reciclaje y así disminuir su impacto ambiental. El resultado fue que por cada Kg de residuo generado se recupera un 83% para la aleación de cobalto cromo y un 90% de la aleación de cromo níquel. (Palomino et al., 2020)

Impacto ambiental de los programas de prevención de caries en niños

El primer estudio de Lyne et al buscaba mediante el LCA comparar el impacto ambiental los programas de aplicación de Flúor Barniz (FB) en las escuelas y comparar los resultados con su aplicación en el consultorio cuando se va solo para este procedimiento, y cuando ésta se realiza en una revisión rutinaria. Como resultado, la aplicación de FB en una visita destinada solo a su aplicación produjo el equivalente a 8,12 kg de dióxido de carbono en comparación con los 3,31 kg de aplicar el barniz en las escuelas y solo 1,09 kg de aplicar el barniz cuando el niño ya está asistiendo a la práctica para otra cita, concluyendo que la última es la que menor impacto ambiental genera. (Lyne et al., 2022)

El segundo estudio analizó el impacto ambiental de los programas de cepillado aplicado por supervisión en escuelas y el impacto de la distribución de cepillos y pastas a escolares durante un año para su higiene en casa. Los resultados fueron que el programa de cepillado supervisado de dientes en las escuelas produjo cerca de 1,95 kg de carbono, en comparación con 2,89 kg para los programas de distribución. (Ashley et al 2022)

Otros factores asociados al impacto ambiental en odontología

Los viajes, realizados por el personal odontológico y los pacientes generan alrededor del 64,5% del total de emisiones de carbono, según un informe del Public Health England, siendo mayores que otras áreas de la salud, ya que las citas son más rápidas, numerosas y frecuentes. (Martin et al., 2021a)

La energía utilizada en los edificios para iluminación y procesos dentro del consultorio, como tratamientos de ultrasonido y esterilización mediante autoclave representa un 15% del total de emisiones de carbono. (Martin et al., 2021a)

Consumo de agua, ya que en la industria del agua en Reino Unido la huella de servicios odontológicos es solo del 0,09%. A pesar de ser menor, el impacto indirecto generado

es preocupante, ya que esta debe tratarse antes y después en las obras de acueducto y alcantarillado. (Martin et al., 2021a)

Plásticos, de los cuales se pueden mencionar a los equipos de protección personal (PPE), como guantes, máscaras, toallitas, fundas de esterilización en autoclave y protectores de bandejas se usan más de una vez en algunos casos por paciente, sin importar el tipo de tratamiento realizado. (Batsford et al., 2022)

Incineración de desechos tóxicos

A pesar de ser la forma más eficaz de manejo de desechos, contribuye al aumento de dióxido de carbono, ya que genera humos tóxicos denominados furanos y dioxinas, los cuales afectan la salud humana, provocando varios trastornos como: cloracné, trastornos hepáticos y debilitamiento del sistemas inmunitario y endocrino. (Souza et al., 2020)

Las afecciones de tipo nosocomial en el personal encargado de la incineración también son el resultado de un mal manejo de los desechos, sobre todo en países en vías de desarrollo como la India. (Subramanian et al., 2021)

Nuevos métodos para la eliminación de desechos

Actualmente, existen varios métodos para la eliminación de desechos como alternativa a la incineración:

- **Procesos de base térmica:** Se basan en el calor para la eliminación de patógenos de los residuos. Se dividen como procesos térmicos de calor bajo, medio o alto. El proceso de calor bajo utiliza calentadores de microondas (a base de vapor) e infrarrojos para destruir los patógenos. El calor medio requiere de energía de microondas de mayor intensidad, mientras que el proceso de calor alto suele operar con temperaturas de alta frecuencia, ya que implica cambios físicos y químicos y destruye los patógenos en formas tanto orgánicas como inorgánicas.
- **Métodos químicos:** Desinfectantes químicos como el hipoclorito de sodio al 1% y el dióxido de cloro se emplean comúnmente para la eliminación de desechos a través de un proceso de triturar y moler. De esta forma, los objetos punzantes, la sangre o cualquier fluido corporal se exponen a compuestos encapsulantes antes del mecanismo de eliminación.
- **Métodos biológicos:** Bioconvertidores y plásticos biodegradables son efectivos para el tratamiento de desechos biomédicos, mediante la degradación con enzimas microbianas.
- **Gestión inteligente de residuos:** Empresas como Zen-robotics utilizaron un clasificador de residuos robótico en 2011 para la gestión inteligente de residuos de reciclaje, mediante patrones sincronizados ejecutados por robots para recoger los materiales reciclados. Por tal motivo, han surgido varias propuestas con el fin de

incorporar el manejo de residuos mediante inteligencia artificial. En algunos países se desarrollaron programas de IA para categorizar la eliminación de residuos, como Corea del Sur, quienes utilizan IA mediante etiquetas que detectan la categoría de residuos, y el sistema almacenará los datos y elegirá el método adecuado de eliminación. Para esto, se utiliza un sensor en un bote de basura para medir el nivel de desechos y enviar la información a través del servidor al sistema de eliminación primaria para su procesamiento, y el sistema clasificará el tipo de desechos, su cantidad y el método de eliminación adecuado. (Subramanian et al., 2021)

5. Discusión

El impacto ambiental es una realidad que con el pasar del tiempo se vuelve cada vez mayor, producto de las principales actividades del hombre, incluido el sector de la salud, tanto general como la odontología. Al ser un área enfocada en la prevención y cuidado de la salud, es parte del problema, debido al gran número de recursos utilizados, razón por la que tener un conocimiento amplio de sus consecuencias en el medio ambiente, será una forma de disminuir este problema, en lugar de permitir que aumente en el futuro. Sumado a esto, la adopción de un enfoque sostenible en odontología, así como las nuevas opciones de eliminación de desechos en lugar de la incineración, es fundamental para controlar lo que se sabe en la actualidad sobre el impacto de esta área de la salud.

Varios profesionales están conscientes del impacto ambiental, sin embargo, algunos no presentan interés en formular una solución. Es fundamental una educación basada en la prevención y el correcto manejo de los desechos, la cual debe pasar de una simple iniciativa a una formulación política, así lo expone también Silot et al en su estudio el cual argumenta que una política facilitaría el establecimiento de los conceptos en la formación profesional (Silot et al., 2019), de igual forma, Martin et al resalta la importancia de la formulación de políticas desde el nivel de práctica regional hasta el nivel nacional e internacional. (Martin et al., 2021b). Además, Subramanian et al también respalda la aplicación de auditorías a los estudiantes con el fin de reforzar sus conocimientos (Subramanian et al., 2021).

El estudio realizado por Camara et al, identificó una falta de conocimiento del correcto manejo de los desechos y su implicación negativa en el ambiente, por otra parte, los que, si presentan conocimiento, tenían poco o nulo interés en mejorar la situación (Câmara et al., 2021). Martin et al, también afirma que, la mayor barrera para implementar la sustentabilidad son los comportamientos y actitudes que no buscan priorizar las prácticas sustentables, sobre todo en los países en desarrollo; siendo la falta de factibilidad económica y un escaso conocimiento sobre el tema las principales barreras. (Martin et al., 2021a)

La AD no ha desaparecido del todo, ya que es una opción económica y duradera, por lo que su correcto manejo es fundamental para el cuidado ambiental. Subramanian et al recomienda implementar en el sillón un separador de amalgama, el cual elimina las partículas de las aguas residuales, haciendo posible su recolección, los cuales, a su vez,

deben almacenarse en un recipiente herméticamente cerrado (Subramanian et al., 2021). Una encuesta realizada por Bakhurji et al a odontólogos de Estados Unidos sobre su uso en odontopediatría, determinó que el 45% de los encuestados escogía la amalgama para niños de bajos recursos y sin un seguro dental adquirido (Bakhurji et al., 2019).

Ningún artículo demostró un impacto ambiental de las RC, razón por la que se requiere de más estudios, debido a su uso masivo. Esto lo respalda Mulligan et al. el cual determinó que, en 2015 en Reino Unido se colocaron cerca de 800 millones de restauraciones de RC, de las cuales aproximadamente 32 millones fracasaron por diversos motivos, siendo eliminadas y reemplazadas. (Mulligan et al., 2022)

Tampoco existe evidencia del CIV, salvo su proceso de fabricación, embalaje y transporte que genera cierto impacto ambiental. Esto lo corrobora Smith et al, el cual afirma que adoptar alternativas más ecológicas en los procesos de fabricación ayudara a reducir aún más su emisión de carbono actual (Smith et al., 2023). Tibau et al también destaca su uso para la técnica de restauración atraumática (ART) como opción más ecológica en lugar de otro material. (Tibau et al., 2019)

El impacto ambiental asociado de los implantes se asocia más con el proceso de fabricación del mismo que a su tiempo de vida útil, por lo que, utilizar el material más ecológico sería la mejor opción. Bortoli et al determinó que la reducción a futuro se notará si los fabricantes optan por la elaboración de materiales a base de cerámica. (De Bortoli et al., 2019). Duane et al también recomienda a los fabricantes el uso de materiales más sostenibles, sosteniendo que se debe cambiar de una economía lineal (tomar, fabricar y desechar) a una economía circular (renovar, rehacer y compartir)(Duane et al., 2020). Sin embargo, Batsford menciona que el cambio a una economía circular es costoso y requiere la cooperación de diversos grupos de partes. (Batsford et al., 2022)

Si bien existen alternativas ecológicas para la higiene interdental como el bambú, estos no están disponibles en todos los países, haciendo necesario considerar otras opciones que sean parecidos en el aspecto ecológico y efectivas para la higiene. Abed et al afirma algo similar en su estudio, motivando a los profesionales a recomendar alternativas como el hilo de bambú, y analizar el estado socioeconómico del paciente y su posible susceptibilidad a la enfermedad periodontal, con el fin de recomendar el producto más adecuado. (Abed et al., 2023)

El cepillo dental es una herramienta de higiene fundamental y de uso masivo, se debería buscar alternativas ecológicas para reducir su impacto. Lyne et al sostiene que el conocimiento de la huella generada por cada tipo de cepillo servirá para elegir la mejor opción (Lyne et al., 2020). Duane et al sugiere colocar el índice de impacto ambiental en la etiqueta de los cepillos, para influir en la decisión de compra del consumidor, sobre todo en una sociedad donde lo eco-amigable se hace cada vez más popular. (Duane et al., 2020)

Si bien el cambio de las radiografías tradicionales a las digitales es un proceso costoso, este será beneficioso tanto para el medio ambiente como para el profesional, debido a que facilitará en gran medida el diagnóstico radiográfico de los pacientes. Amaral et al considera

esto ya que los equipos digitales poseen una mejor calidad de imagen y un menor tiempo de procesado para su visualización. (Amaral et al., 2020)

El reciclaje de excedentes metálicos es la mejor manera de combatir su impacto. Palomino et al determinó que los excedentes desechados en la basura común son inalterables en el medio ambiente, contaminando el agua y el aire, además de no poder reutilizarse en otras prótesis, debido a sus bajas propiedades mecánicas. (Palomino et al., 2020)

El transporte público, bicicletas, vehículo compartido y tratamientos a varios miembros de una familia el mismo día, serían alternativas para disminuir la contaminación provocada por los viajes, perspectiva que tanto Wainer (Wainer, 2022), Mahler (Mahler et al., 2022) y Duane (Duane et al., 2020) también comparten.

La prevención también es clave para minimizar la mayoría de tratamientos enfocados en problemas orales de mayor complejidad. Las revisiones de rutina, y los programas de prevención de flúor y cepillado son efectivas para este enfoque preventivo, disminuyendo el riesgo de caries y los viajes asociados a tratamientos más complejos. El estudio de Duane apoya esta postura desde el punto de vista de un tratamiento endodóntico, debido a que el enfoque preventivo mediante revisiones de rutina ayudara a detectar lesiones que podrían desencadenar patologías pulpares, evitando así tratamientos más traumáticos y extensos, en los cuales se utilizará más recursos que generan un impacto ambiental. (Duane et al., 2020). Martin et al también apoya en su estudio la aplicación de estos programas, argumentando que, si bien la realización y ejecución de estos programas de aplicación favorece a la emisión de CO₂, refuerzan la prevención de caries en niños evitando así lesiones cariosas a largo plazo (Martin et al., 2021b). No obstante, Lyne et al en su estudio destaca el hecho que el uso de cepillos de plástico genera un impacto ambiental notable en estos programas preventivos, sugiriendo una alternativa más ecológica. (Lyne et al., 2020). Esto en el estudio de Ashley et al se resuelve proponiendo que se distribuyan cepillos de bambú en lugar de los tradicionales de plástico, reduciendo así en gran medida el impacto ambiental generado por esta práctica. (Ashley et al., 2022)

Respecto a los materiales de protección, limpieza y desinfección del área de trabajo, se debe optar por materiales más sostenibles. Duane et al en su estudio determinó que se puede mitigar el impacto ambiental utilizando productos a base de Aloe y extractos de plantas para desinfectar el área de trabajo, en lugar del alcohol isopropílico. El uso de papel sanitario de material reciclado en lugar del convencional es otra medida ecológica, así como un secador de manos y alcohol en gel para el lavado de manos. Los baberos reutilizables y puntas de jeringa de acero inoxidable en lugar de los desechables también son una buena opción ecológica. (Duane et al., 2020)

6. Conclusión

El impacto ambiental asociado a los materiales empleados en odontología guarda más relación con los procesos de fabricación que con el uso del material, por lo que manifestar esta información y presionar a los fabricantes sería una solución a largo plazo, por otra parte, los materiales que sí generan un impacto directo, como la amalgama y los materiales de revelado, deben ser manejados cuidadosamente mientras sigan vigentes, buscando a su vez motivar a los profesionales a disminuir su uso poco a poco. Respecto a la incineración de desechos, si bien su efectividad es absoluta, pone en riesgo a los trabajadores si los desechos no están correctamente clasificados al momento de su eliminación, por lo que un nivel de conocimiento adecuado sería una de las soluciones, siendo la otra optar por los nuevos métodos de eliminación de desechos, los cuales son más seguros y menos contaminantes. Sumado a esto, la odontología sustentable es un concepto aun en crecimiento que debe impulsarse a ser conocido y aplicado cada vez más, tanto por los profesionales actuales como por los estudiantes en las instituciones de educación superior.

7. Limitaciones

Aunque existen estudios que analizan el impacto ambiental de la odontología mediante aspectos como: el tipo de procedimiento, la fabricación de materiales y los viajes realizados al consultorio, la evidencia actual aun no es suficiente, y el método de LCA utilizado en los estudios, a pesar de ser efectivo, suele tener algunas suposiciones que limitan la precisión del estudio. A su vez, la mayoría resultados provienen del Reino Unido, Estados Unidos, u otros países de Europa, por lo que aún no se conoce datos precisos en relación a otros países.

Referencias

- Aaseth, J., Hilt, B., & Bjørklund, G. (2018). Mercury exposure and health impacts in dental personnel. *Environmental research*, 164, 65–69. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.02.019>
- Abed, R., Ashley, P., Duane, B., Crotty, J., & Lyne, A. (2023). An environmental impact study of inter-dental cleaning aids. *Journal of Clinical Periodontology*, 50(1), 2–10. DOI: 10.1111/jcpe.13727
- Amaral, D. C., Verri, R. A. S., Martins, G. R., Mendes, L. C. A., Mundim, M. B. V., Cruvinel, D. R., & Gomes, C. C. (2020). Impacto ambiental sustentável com a implantação do protocolo do fluxo digital na redução dos resíduos na Clínica Odontológica. *Revista Odontológica do Brasil Central*, 29(88). DOI: <https://doi.org/10.36065/robrac.v29i88.1454>
- Antoniadou, M., Varzakas, T., & Tzoutzas, I. (2021). Circular economy in conjunction with treatment methodologies in the biomedical and dental waste sectors. *Circular Economy and Sustainability*, 1, 563–592. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43615-020-00001-0>
- Ashley, P., Duane, B., Johnstone, M., & Lyne, A. (2022). The environmental impact of community caries prevention—part 2: toothbrushing programmes. *British Dental Journal*, 233(4), 295–302. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41415-022-4905-3>
- Bakurji, E., Scott, T., & Sohn, W. (2019). Factors associated with pediatric dentists' choice of amalgam: choice-based conjoint analysis approach. *JDR Clinical & Translational Research*, 4(3), 246–254. DOI: 10.1177/2380084418822977
- Batsford, H., Shah, S., & Wilson, G. J. (2022). A changing climate and the dental profession. *British dental journal*, 232(9), 603–606. DOI: 10.1038/s41415-022-4202-1
- Cerqueira, P. S. G. (2020). O gerenciamento de resíduos no serviço odontológico e seu impacto ambiental: revisão de literatura. <http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/7548>
- Da Câmara, H. M. D. R., de Sousa, G. V., & Soares, S. C. M. (2021). Percepção de graduandos e cirurgiões-dentistas acerca dos resíduos gerados na clínica odontológica e seu impacto ambiental: uma Revisão Integrativa. *Research, Society and Development*, 10(16), e451101624218. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/24218/21108/286737>
- De Bortoli, L. S., Schabbach, L. M., Fredel, M. C., Hotza, D., & Henriques, B. (2019). Ecological footprint of biomaterials for implant dentistry: is the metal-free practice an eco-friendly shift?. *Journal of Cleaner Production*, 213, 723–732. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.189>
- Duane, B., Ashley, P., Saget, S., Richards, D., Pasdeki-Clewer, E., & Lyne, A. (2020). Incorporating sustainability into assessment of oral health interventions. *British Dental Journal*, 229(5), 310–314. DOI: 10.1038/s41415-020-1993-9

- Duane, B., Borglin, L., Pekarski, S., Saget, S., & Duncan, H. F. (2020). Environmental sustainability in endodontics. A life cycle assessment (LCA) of a root canal treatment procedure. *BMC Oral Health*, 20(1), 1-13. DOI: 10.1186/s12903-020-01337-7
- Duane, B., Harford, S., Ramasubbu, D., Stancliffe, R., Pasdeki-Clewer, E., Lomax, R., & Steinbach, I. (2019). Environmentally sustainable dentistry: a brief introduction to sustainable concepts within the dental practice. *British dental journal*, 226(4), 292-295. DOI: 10.1038/s41415-019-0010-7
- Duane, B., Stancliffe, R., Miller, F. A., Sherman, J., & Pasdeki-Clewer, E. (2020). Sustainability in dentistry: a multifaceted approach needed. *Journal of Dental Research*, 99(9), 998-1003. DOI: 10.1177/0022034520919391
- Lyne, A., Ashley, P., Johnstone, M., & Duane, B. (2022). The environmental impact of community caries prevention-part 1: fluoride varnish application. *British Dental Journal*, 233(4), 287-294. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41415-022-4901-7>
- Lyne, A., Ashley, P., Saget, S., Porto Costa, M., Underwood, B., & Duane, B. (2020). Combining evidence-based healthcare with environmental sustainability: using the toothbrush as a model. *British Dental Journal*, 229(5), 303-309. DOI: 10.1038/s41415-020-1981-0
- Mahler, L., Cetin, S., & Ramseier, C. A. (2022). Die nachhaltige Zahnmedizin. *SWISS DENTAL JOURNAL*, 132(10), 691-697. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36200690/>
- Martin, N., Sheppard, M., Gorasia, G., Arora, P., Cooper, M., & Mulligan, S. (2021). Drivers, opportunities and best practice for sustainability in dentistry: A scoping review. *Journal of Dentistry*, 112, 103737. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103737>
- Martin, N., Sheppard, M., Gorasia, G., Arora, P., Cooper, M., & Mulligan, S. (2021). Awareness and barriers to sustainability in dentistry: A scoping review. *Journal of Dentistry*, 112, 103735. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103735>
- Mosquera-Palomino, J., & Vélez-Gómez, C. I. (2020). Reciclaje de excedentes metálicos generados en la elaboración de prótesis dentales. *Producción+ Limpia*, 15(2), 140-152. DOI: <https://doi.org/10.22507/pml.v15n2a8>
- Mulligan, S., Hatton, P. V., & Martin, N. (2022). Resin-based composite materials: elution and pollution. *British Dental Journal*, 232(9), 644-652. DOI: 10.1038/s41415-022-4241-7
- Silot, M. C., Salgado, A. M. H., Laria, M. A. M., Morejón, H. A. P., & Cantillo, R. E. T. (2019). Diagnóstico de aspectos e impactos medioambientales en la Facultad de Estomatología de La Habana. *Revista Información Científica*, 98(1), 29-43. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=86225>
- Smith, L., Ali, M., Agrissais, M., Mulligan, S., Koh, L., & Martin, N. (2023). A comparative life cycle assessment of dental restorative materials. *Dental Materials*, 39(1), 13-24. DOI: 10.1016/j.dental.2022.11.007
- Subramanian, A. K., Thayalan, D., Edwards, A. I., Almalki, A., & Venugopal, A. (2021). Biomedical waste management in dental practice and its significant environmental impact: A perspective. *Environmental Technology & Innovation*, 24, 101807. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101807>

- Tibau, A. V., & Grube, B. D. (2019). Mercury contamination from dental amalgam. *Journal of Health and Pollution*, 9(22). DOI: 10.5696/2156-9614-9.22.190612
- Wainer, C. (2022). Discussing the environmental impact of dental-associated travel-how do we build from the current COVID-19 crisis towards a more sustainable future within dentistry?. *British Dental Journal*, 232(7), 437-440. DOI: 10.1038/s41415-022-4136-7

Recibido: 19 de septiembre de 2023

Aceptado: Aceptado: 18 de diciembre de 2023