

Una odontología sustentable para Chile: revisión narrativa desde una perspectiva ecológica y sustentable

A sustainable dentistry for Chile: Narrative review from an ecological and sustainable perspective

Lucas Ricaldi Soto ^{1,*} 

Resumen

Introducción: la gestión inadecuada de residuos en el sector de la salud, especialmente en odontología, conlleva riesgos para la salud y el medio ambiente. En Chile, el reglamento sobre manejo de residuos de establecimientos de atención de salud (REAS) clasifica los residuos según su riesgo. La odontología sostenible, mediante prácticas como las 3 R y un modelo ampliado de 5 R, reduce impactos ambientales y costos, atrayendo a pacientes ecoconscientes. **Objetivos:** identificar el impacto ambiental de residuos en odontología y, utilizando el modelo de 5R, proponer acciones ecológicas basadas en evidencia, que se puedan aplicar en Chile. **Materiales y Métodos:** se realizó una revisión narrativa sobre el manejo de residuos generados en servicios dentales y prácticas sustentables durante la atención. Se utilizaron 30 artículos para lograr los objetivos. **Resultados:** los residuos odontológicos, en especial los quirúrgicos, provocan un impacto desmesurado en el medio ambiente. La generación y gestión de estos residuos dependen directamente de los profesionales. La odontología ecológica se centra en la adopción de prácticas sustentables y diferentes tecnologías e innovaciones para reducir el consumo de energía y la generación de residuos. Se presentan alternativas basadas en las 5R (reducir, reutilizar, reciclar, reflexionar e investigar) para disminuir la huella ambiental en la odontología. **Conclusión:** abordar el impacto ambiental de la odontología es crucial. La odontología sostenible requiere un enfoque interdisciplinario, prácticas más ecoamigables y políticas públicas adecuadas. La educación continua, la investigación y la concienciación ambiental son esenciales para este cambio. El método de las 5R es clave para fomentar la sostenibilidad en la odontología.

Palabras clave: sostenibilidad; odontología; odontología sostenible; residuos sanitarios; reciclaje; Chile.

Abstract

Introduction: Inadequate waste management in the healthcare sector, especially in dentistry, poses risks to health and the environment. In Chile, regulations on waste management from health care facilities (REAS) classify waste according to its risk level. Sustainable dentistry, through practices such as the 3 Rs and an expanded model of the 5 Rs, reduces environmental impacts and costs, appealing to eco-conscious patients. **Materials and Methods:** A review of the literature was performed on the management of waste generated in dental services and sustainable practices during care. Thirty articles were used to achieve the objectives. **Results:** Dental waste, especially surgical waste, has a disproportionate impact on the environment. The generation and management of these wastes depend directly on professionals. Ecological dentistry focuses on adopting sustainable practices and different technologies and innovations to reduce energy consumption and waste generation. Alternatives based on the 4 Rs (reduce, reuse, recycle, and reflect) are presented to reduce the environmental footprint in dentistry. Alternatives based on the 5Rs (reduce, reuse, recycle, rethink, and research) are presented to reduce the environmental footprint in dentistry. **Conclusion:** Addressing the environmental impact of dentistry is crucial. Sustainable dentistry requires an interdisciplinary approach, eco-friendly practices, and appropriate public policies. Continuous education, research, and environmental awareness are essential for this change. The 5R method is key to promoting sustainability in dentistry.

Keywords: sustainability; dentistry; sustainable dentistry; sanitary waste; recycling; Chile.

Fecha de envío: 2023-12-01 - Fecha de aceptación: 2024-05-31

(1) Escuela de Odontología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile.

*Autor de correspondencia: liricaldi@uc.cl



Introducción

Los residuos sanitarios generados en centros de atención médica son motivo de preocupación. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha consignado que el tratamiento inadecuado de éstos puede derivar en riesgos indirectos para la salud humana y perjuicio al ambiente: “cerca del 85% de los residuos generados son iguales a los domésticos, pero el 15% restante se clasifican como peligrosos” (OMS, 2018). Estos últimos incluyen todo, desde materiales peligrosos que causan quemaduras por radiación hasta intoxicaciones personales que sustituyen la medicación (OMS, 2018).

Por otro lado, las proyecciones de las Naciones Unidas (ONU) sobre la producción de desechos para el año 2050, son alarmantes y preocupantes, ya que, con el aumento de la urbanización, la cantidad de residuos también aumenta (UNEP, 2011). Es por eso por lo que, para la salud pública y la sostenibilidad a largo plazo del entorno ambiental, es vital abordar esos problemas (UNEP, 2011).

En Chile, el año 2009 se promulga la normativa REAS que establece las normas de una adecuada gestión de los residuos que se generan en el área de la salud (MINSAL, 2009). Se clasifican en cuatro categorías: peligrosos, radiactivos, especiales y asimilables a domiciliarios (MINSAL, 2009). Cada una de ellas debe ser manejada de forma específica para su eficiente eliminación a fin de minimizar los riesgos para la salud y el medio ambiente (MINSAL, 2009). Algunas de las normas son: la segregación, la recolección diaria, el almacenamiento en instalaciones autorizadas, el personal a cargo de un facultativo capacitado y la fiscalización de las autoridades sanitarias regionales (MINSAL, 2009).

La odontología es una de las principales fuentes de huella de carbono en la atención médica (Duane *et al.*, 2019b). Sin embargo, para garantizar prácticas seguras y sostenibles, es preciso abordar incertidumbres y aspectos desconocidos, que existen por parte de la comunidad, sobre la gestión de residuos en la odontología (Sanabria *et al.*, 2020). Mientras estas incertidumbres continúen existiendo, será difícil para los profesionales mejorar la administración de los residuos en la práctica y, a su vez, reducir los riesgos para la salud pública y el medio ambiente a largo plazo (Duane *et al.*, 2019b).

Las estrategias de sustentabilidad promovidas para minimizar los residuos, como las 3R (reducir, reutilizar, reciclar), son fundamentales en entornos de salud. Además, dos dimensiones nuevas, repensar e investigar (*research*), se han propuesto como parte de un enfoque ampliado de sostenibilidad (Kagoma *et al.*, 2012). Aunque el modelo de 5R no tiene autoría específica, ha sido popularizado como una guía útil para alentar a la gente a participar en comportamientos más responsables con el ambiente. Sin embargo, basándose en la

metodología propuesta por Kagoma *et al.* (2012), puede ser efectiva para disminuir la disposición de desechos en los entornos clínicos odontológicos, mostrando un diseño conceptual.

Sobre la base de estas consideraciones, se identifica la relevancia de promover la odontología sostenible. En primer lugar, las prácticas sostenibles en odontología contribuyen a la reducción del impacto ambiental al minimizar el exceso de residuos y consumo de recursos no renovables y la contaminación (Duane *et al.*, 2019c). En segundo lugar, si las clínicas médicas y dentales adoptan la mayoría de las prácticas sostenibles, podría haber un ahorro a largo plazo en los costos operativos (Duane *et al.*, 2019c). Al mismo tiempo, tienen mayores posibilidades de cumplir con las leyes medioambientales cada vez más estrictas (Duane *et al.*, 2019c). Además, es mucho más fácil atraer a pacientes concienciados por el precio medioambiental a una clínica con una buena reputación (Duane *et al.*, 2019c). Basándonos en lo descrito anteriormente, el objetivo de esta revisión narrativa fue identificar el impacto ambiental de los residuos en odontología, introducir la odontología sustentable y proponer acciones ecológicas basadas en evidencia, utilizando el modelo de las 5R, para reducir los desechos generados en las prácticas odontológicas en Chile.

Materiales y Métodos

Se realizó una revisión narrativa, y, utilizando la base de datos PubMed, se ejecutó una búsqueda extensa con las siguientes estrategias de búsqueda: (“Medical Waste”[Mesh]) AND “Recycling”[Mesh], Filtro de 5 años; (“Dental Waste”[Mesh]) AND “Recycling”[Mesh]; “Dentistry AND Sustainability” y “Sustainable Dentistry”, ambos con Filtro de 5 años (Figura 1). Luego, los títulos y resúmenes de los artículos recuperados fueron revisados.

Para seleccionar los artículos pertinentes de esta revisión, se aplicaron los siguientes criterios de inclusión: 1) fecha de publicación dentro de los últimos cinco años; 2) relevancia temática sobre odontología sustentable, 3) generación de residuos médicos y odontológicos, 4) sustentabilidad en la práctica odontológica, el reciclaje en odontología, y/o prácticas sustentables en el ámbito médico y odontológico; 4) tipo de estudio tales como investigación primaria, revisiones sistemáticas, metaanálisis, revisiones narrativas, reporte de caso clínico; 5) amplitud geográfica: investigaciones realizadas en diferentes regiones del mundo para considerar las variaciones culturales y contextuales en las prácticas de reciclaje y sustentabilidad en odontología; 6) idioma: se incluyeron artículos publicados en inglés y español. Asimismo, los criterios de exclusión fueron: 1) fecha de publicación. Se excluyeron los artículos publicados hace más de cinco años para garantizar la actualidad de la información; 2) estudios fuera del ámbito odontológico: exclusión

de investigaciones que aborden el reciclaje y la sustentabilidad en contextos no relacionados con la práctica odontológica; 3) información no relevante: exclusión de estudios que no proporcionen información sustancialmente relevante para los objetivos de la revisión narrativa.; 4) idioma: Se excluyeron artículos publicados en idiomas que no sean inglés, español u otros idiomas relevantes para el lector objetivo de la revisión. Estos criterios permitieron reducir a 29 el número de documentos a los cuales se accedió de manera completa. De estos, se eliminaron aquellos que se consideraron desactualizados o poco relevantes. Finalmente, se eligen 16 artículos principales para esta investigación narrativa (Tabla 1). En adición, esperando obtener resultados específicos, se incorporaron 15 publicaciones, extraídas de las bases de datos Pubmed y Google Scholar, relacionadas con el tema principal (Tabla 1).

Tabla 1: artículos incluidos según estrategias de búsqueda (fuente: elaboración propia).

Caseta de búsqueda	Artículos seleccionados
“Medical Waste”[Mesh] AND “Recycling”[Mesh] - Filtro de 5 años	Voudrias, 2018; Adyel, 2020; Linstadt <i>et al.</i> , 2020; Ordway <i>et al.</i> , 2020; Sanabria <i>et al.</i> , 2020; Wisniewski <i>et al.</i> , 2020.
“Dental Waste”[Mesh] AND “Recycling”[Mesh]	Rowe <i>et al.</i> , 1996; Avinash <i>et al.</i> , 2013; Richardson <i>et al.</i> , 2016.
“Sustainable dentistry” - Filtro 5 años	Duane B & Dougall, 2019; Duane <i>et al.</i> , 2019a; Duane <i>et al.</i> , 2019b; Duane, 2020; Lyne <i>et al.</i> , 2020; Duane <i>et al.</i> , 2021.
Otros artículos relacionados	Fischer <i>et al.</i> , 2018; Puangsa-Ard <i>et al.</i> , 2018; Ben Achour <i>et al.</i> , 2019; Ballesté, <i>et al.</i> , 2020; Balmaceda & Castro, 2020; Nandish <i>et al.</i> , 2020; Shiyo <i>et al.</i> , 2020; Almeahadi, 2021; Anita & Kailasam, 2021; Bowden <i>et al.</i> , 2021; Ding <i>et al.</i> , 2021; Gali <i>et al.</i> , 2021; Phadke <i>et al.</i> , 2021; Eswaramurthy <i>et al.</i> , 2022; Wang <i>et al.</i> , 2022.

Resultados

Impacto ambiental de los residuos odontológicos

Los servicios quirúrgicos emergen como uno de los principales contribuyentes de la generación de residuos sólidos en el área de la salud, siendo el quirófano responsable de casi la mitad del gasto en insumos (Sanabria *et al.*, 2020). La generación de desechos médicos se manifiesta como un fenómeno complejo y multifactorial, influenciado por diversos factores como la asimetría informativa, los ingresos de la comunidad, la naturaleza del establecimiento, la adopción de nuevas tecnologías y las políticas de reutilización, entre otros (Sanabria *et al.*, 2020).

Los profesionales de la medicina y la odontología desempeñan una función crucial en la generación y gestión de residuos en sus respectivos campos. Sus decisiones determinan la distribución de recursos, la elección de métodos e intervenciones en cada atención médica (Sanabria *et al.*, 2020). Además, son responsables de la prescripción de medicamentos, la utilización de herramientas y equipos en procedimientos quirúrgicos, la gestión postoperatoria y la recomendación de procesos de rehabilitación (Sanabria *et al.*, 2020). En este sentido, poseen un grado de responsabilidad en la defensa ambiental, el desarrollo de sistemas de salud sostenibles y en la prevención de métodos que contribuyan al calentamiento global (Sanabria *et al.*, 2020).

Entre los materiales plásticos más comunes que se utilizan en el rubro odontológico, tenemos el cloruro de polivinilo (PVC), y el policarbonato (PC), que se caracterizan por su difícil reutilización y reciclado efectivo (Wisniewski *et al.*, 2020). El PVC tiene un efecto en el medio ambiente, que es particularmente perjudicial; más bien, se refiere a la producción de cloruro residual durante el proceso de combustión que se libera a la atmósfera (Wisniewski *et al.*, 2020). A través de éste, contribuye a la lluvia ácida, cuyos efectos se expresan en gran medida a través de los ecosistemas geográficos locales y en la salud de las personas (Wisniewski *et al.*, 2020).

Además, la amplia demanda y el gran uso de equipos de protección personal (EPP) para combatir la propagación del virus durante la reciente pandemia de COVID-19 han llevado a un nivel significativamente mayor de contaminación por plástico (Adyel, 2020). En el artículo de Adyel (2020) se describen más detenidamente cómo la creciente demanda de EPP, la falta de suministro de plástico y los bajos costos del proceso de producción en comparación con el reciclaje han aumentado los precios del petróleo en todo el mundo. Mientras que el despilfarro y la recolección masiva de todo el EPP usado también contribuyeron al mismo tiempo a los precios más altos (Adyel, 2020). Debido a esta situación, varias políticas públicas han sido implementadas para prevenir la utilización de plásticos de un solo uso (Adyel, 2020).

Para promover la atención médica sostenible, algunos países han incorporado departamentos de sustentabilidad y emergencias climáticas en sus sistemas de salud. En Estados Unidos, por ejemplo, este departamento ha delineado una metodología para obtener una gestión de residuos sanitarios más eficiente (Linstadt *et al.*, 2020). Esto incluye la segregación de residuos mediante herramientas en línea para estimar la huella de carbono; la modificación de patrones de compra en colaboración con proveedores para favorecer productos sustentables; la reducción de productos desechables de un solo uso y la promoción del reciclaje para minimizar el consumo energético durante la esterilización y favorecer el desarrollo de políticas públicas sobre el impacto ambiental de la atención médica (Linstadt *et al.*, 2020).

Siguiendo con el ejemplo, el Servicio Nacional de Salud (NHS) del Reino Unido es reconocido a nivel mundial como un líder en sustentabilidad, destacándose por la aprobación de legislaciones que incorporan la sustentabilidad en las prácticas sanitarias (Duane, 2020). Además, el Reino Unido ha integrado un departamento de sustentabilidad en su administración y ha asignado recursos significativos para impulsar esta iniciativa en los establecimientos de salud (Duane, 2020).

Desde la perspectiva de la economía circular, la gestión de residuos sanitarios se centra en maximizar el valor y la utilidad de todas las materias primas y productos, transformando los desechos en recursos (Voudrias, 2018). Este enfoque no solo conlleva ahorros económicos y energéticos, sino que también contribuye en disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (Voudrias, 2018). La administración de residuos desempeña un papel central en la economía circular con la implementación de la jerarquía de residuos (Voudrias, 2018). En esencia, la economía circular se fundamenta en tres pilares esenciales: la gestión, la contabilización y la minimización de residuos sanitarios (Voudrias, 2018).

Odontología Sustentable

Actualmente se está llevando a cabo una transformación en el ámbito dental con el objetivo de reducir su impacto en el entorno natural y disminuir los desperdicios generados (Avinash, 2013). La odontología ecológica representa una práctica que relaciona simultáneamente a la sustentabilidad, la prevención, y la filosofía de enfoque mínimamente invasivo centrado en el paciente y en su entorno (Avinash, 2013). El enfoque de la práctica sustentable busca principalmente motivar a los dentistas a adoptar tácticas innovadoras en su rutina diaria para minimizar el consumo energético y reducir considerablemente la cantidad de desperdicios generados por la industria odontológica (Avinash, 2013). Existen numerosas alternativas razonables, prácticas y sencillas que podrían disminuir la huella ambiental de una consulta dental (Avinash, 2013).

La huella de carbono se utiliza como un indicador de la sustentabilidad, estrechamente vinculado con el gasto energético. En el Reino Unido, se calculó la huella de carbono de la odontología para el período 2014-2015, estimándose en 675 kilotoneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) (Duane *et al.*, 2019b). De este total, 64,5% corresponde al transporte de pacientes y profesionales, 19% y 15,3% al consumo de energía y compras de insumos necesarios para la consulta respectivamente (Duane *et al.*, 2019b).

Una de las obligaciones éticas fundamentales en el ámbito de la salud es "*Primum non nocere*" (primero, no hacer daño). No obstante, debemos reconocer que la práctica actual de la odontología no es sostenible en comparación con otras profesiones de la salud, ya que carece de conciencia sobre la huella de carbono y el daño que inflige al medio ambiente (Duane & Dougall, 2019). Por lo tanto, es imperativo emprender acciones para reducir y remediar la huella de carbono generada durante la atención odontológica.

Recientemente, la Federación Dental Internacional (FDI) emitió una declaración de política sobre sostenibilidad en odontología, acompañada de la creación de un marco teórico (Duane *et al.*, 2019a). En dicha declaración, se recalca la importancia de realizar una práctica que satisfaga las necesidades de la población sin comprometer el bienestar de las generaciones futuras. Para lograr esto, se enfatiza la necesidad de educar al personal, público y pacientes; establecer una perspectiva sustentable para la práctica y emprender un proceso de cambio (Duane *et al.*, 2019a).

La implementación de la sustentabilidad en el ámbito sanitario sigue ocho pasos esenciales. El primer paso apunta a establecer una unidad de sustentabilidad para informar y motivar al personal de salud. El segundo paso implica formar líderes multidisciplinarios para fomentar la comunicación entre grupos de trabajo de diversas áreas de la salud. El tercer paso se refiere a construir una perspectiva para el cambio, articulando la relación entre la sustentabilidad y la práctica dental. El cuarto paso aboga por difundir la idea del cambio sostenible utilizando redes sociales y material informativo. El quinto paso busca superar barreras financieras y de apoyo mediante una comunicación recíproca entre departamentos con el fin de integrar la sustentabilidad dentro de la administración del sistema. El sexto paso establece metas a corto plazo, como la aplicación de prácticas en ahorro de energía. El séptimo paso consiste en consolidar el cambio celebrando públicamente los logros. El octavo paso busca integrar el cambio en las políticas públicas para arraigarlo en la práctica dental (Duane *et al.*, 2019a).

Prácticas sustentables en torno a la odontología

En esta revisión se entrega una propuesta de diferentes prácticas sustentables que podemos aplicar en la actividad odontológica. Esta propuesta se realiza en torno al modelo de las 5"R": reducir, reciclar, reutilizar, reflexionar e investigar (Figura 1) (Kagoma *et al.*, 2012).



Figura 1: esquema de propuestas sustentables reducir, reciclar, reutilizar, reflexionar e Investigar en odontología. (Fuente: elaboración propia, basado en información de Kagoma *et al.*, 2012)

1. Reducir

- Optimizar y reducir el consumo uso del agua necesario para el proceso de lavado de manos representa una medida eficiente y sostenible. Según el estudio de Sanabria et al. (2020), la instalación de sistemas de activación operados por los pies o sistemas automáticos basados en sensores reduce en gran medida la cantidad de agua necesaria para el lavado. También, se ha informado que sistemas de este tipo ahorran en un rango de 11 a 14 litros por lavado (Sanabria et al., 2020).
- La transición hacia tecnologías digitales se presenta como una estrategia efectiva para reducir las cantidades de papel impreso en recetas, exámenes, diagnósticos, entre otros. El fomento del uso de dispositivos electrónicos alimentados por energía eléctrica, solar y otras fuentes renovables, como notebooks, tablets, Smart TV, radiologías digitales, y el almacenamiento en la nube, constituye una vía hacia la atención sanitaria sustentable (Avinash, 2013; Sanabria *et al.*, 2020).
- Reducir cantidades de residuos de mercurio/amalgama al incorporar separadores de amalgama en los sillones dentales, antes de ser liberados hacia el sistema de desagüe (Rowe *et al.*, 1996). El Acuerdo de Minamata, al cual Chile se adhirió en 2018, tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos adversos del mercurio, y su implementación ha sido clave en la reducción del uso de este metal en diversas industrias, incluida la odontología (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2017). Esto se logró promoviendo alternativas libres de mercurio, como resinas compuestas y cerámicas, en lugar de las amalgamas dentales, como también mejorando la gestión de los desechos de mercurio (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2017). Como resultado, tanto la salud de los pacientes y profesionales dentales como el medio ambiente se benefician de estas acciones.

- Una manera de reducir el uso de plásticos en odontología, especialmente en cepillos dentales, es reemplazar los modelos clásicos por opciones más sostenibles como cepillos de bambú o bioplástico con cabezales reemplazables (Lyne *et al.*, 2020). Integrar estos cambios en programas públicos que proporcionan kits de higiene oral a la comunidad refuerza aún más el compromiso con prácticas medioambientales responsables (Lyne *et al.*, 2020).

2. Reciclar

- Fomentar el reciclaje de insumos y elementos relacionados directamente con el ejercicio de la profesión es esencial. Se recomienda la clasificación por tipos de desechos y niveles de contaminación. Por ejemplo, elementos que se puedan reutilizar como las hojas en blanco e impresas con tinta negra pueden reutilizarse por el reverso, elementos orgánicos aptos para compostaje. También, separar los plásticos reciclables como polietileno (PET), polietileno de alta densidad (PEAD), polietileno de baja densidad (PEBD), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policloruro de vinilo (PVC) (Ballesté *et al.*, 2020).
- Reciclar las envolturas de las bolsas de esterilización o los baberos fabricados con papel médico y una capa de PET o PP fundido no orientado (Ballesté *et al.*, 2020). Ambas partes son reciclables por separado.
- Reciclar insumos desechables fabricados con PET como bandejas de instrumental y vasos auxiliares para enjuague del paciente, después de un adecuado lavado y desinfectado (Ballesté *et al.*, 2020). Dado que estos elementos no suelen retener residuos biológicos posterior al proceso de lavado o desinfectado y no poseen riesgo de infección mayor (Ballesté *et al.*, 2020).
- Reciclar eyectores de fluidos corporales, como la saliva y sangre, fabricados con PVC mediante un lavado y desinfección previo (Ballesté *et al.*, 2020).
- Reciclar los envases de jeringas y agujas fabricados con PP, vidrio o metal. Una alternativa sostenible es considerar el uso de jeringas Syreen, que son precargadas y fabricadas con plástico COP (polímero de olefina cíclica), evitando la generación de residuos de óxidos metálicos contaminantes durante su degradación e incineración, como el cadmio y el plomo (Phadke *et al.*, 2021).
- Para abordar la contaminación plástica de las mascarillas durante la pandemia por COVID-19, se destaca la innovadora fabricación de mascarillas biodegradables utilizando

principalmente hojas de plátano y fibras de seda dental con tecnología de impresión 3D. La adición de desechos plásticos reciclados ha permitido lograr propiedades mecánicas y de protección similares a las máscaras N95 (Eswaramurthy *et al.*, 2022).

- En ortodoncia, reciclar los brackets descementados mediante arenado. Se demuestra que el procedimiento de arenado es eficiente y económico para volver a cementar Brackets sin dañar su composición (Wang *et al.*, 2022).

- Reciclar modelos de yeso y considerar su reutilización en la producción de yeso con calidades idénticas o similares. El método adoptado implica la molienda controlada del yeso, preservando la resistencia, tiempo de fraguado y propiedades de trabajo deseadas (Anita & Kailasam, 2021).

3. Reutilizar

- Reutilizar equipos médicos aún en buen estado y operativos, pero fuera de uso. Adoptar esta práctica sostenible constituye una medida efectiva para contrarrestar el consumo excesivo y reducir la contaminación ambiental generada por estos residuos. Entre estos dispositivos se encuentran lámparas halógenas, equipos de esterilización, aparatos radiológicos, computadoras, monitores, electrodomésticos, sillas dentales, y otros similares (Shiyo *et al.*, 2020).
- Reutilizar EPP fabricados a base de plástico o tela mediante la descontaminación y reacondicionado con vapor de peróxido de oxígeno o irradiación con rayos ultravioletas, representa una estrategia sostenible y efectiva (Ordway *et al.*, 2020).
- En implantología, los pilares de cicatrización pueden ser reutilizados para mantener la fijación posterior del implante dental durante los procedimientos subsiguientes o hasta la restauración (Balmaceda & Castro, 2020). Se recomienda una desinfección minuciosa y técnicas de esterilización que no dañen la superficie, como el uso de autoclaves de vapor y limpieza mecánica-ultrasónica (Balmaceda & Castro, 2020; Almehmadi, 2021).
- Reutilizar bolsas de esterilidad con método de re-esterilización. Existe evidencia que respalda que las bolsas de papel/plástico sometidas a hasta 5 ciclos de esterilización y almacenadas adecuadamente, mantienen una eficacia de barrera y esterilidad hasta por 6 meses (Puangsa-Ard *et al.*, 2018).
- En rehabilitación protésica, se puede reciclar y reutilizar colados dentales mediante refundición de aleaciones metálicas

- basadas en cobalto-cromo y níquel-cromo (Nandish *et al.*, 2020). La literatura respalda que las aleaciones generadas como residuos en el laboratorio dental pueden reutilizarse de manera segura hasta cinco veces o al menos una vez antes de su eliminación (Nandish *et al.*, 2020). Eso reducirá los costos del tratamiento y contribuirá al ahorro de los recursos odontológicos (Nandish *et al.*, 2020).
- En cirugías, reutilizar virutas de perforación ósea recolectados durante algún procedimiento quirúrgico pueden ser usados como material de injerto óseo autólogo. Existe evidencia de una correlación entre la vitalidad del material recolectado, la fuerza de empuje y la geometría de corte del instrumento rotatorio, mantiene la estabilidad primaria de la osteosíntesis (Ben Achour *et al.*, 2019).
- En rehabilitación oral, reciclar y reutilizar piezas dentales en bruto de zirconio compatibles con la tecnología CAD/CAM a partir de sus desechos residuales. Se ha evidenciado que bloques de zirconio reciclado y de control muestran composiciones elementales similares, asimismo, el zirconio reciclado presinterizado no presenta diferencias significativas en la resistencia a la flexión en comparación con bloques nuevos (Ding *et al.*, 2021).
- Reutilización de fresas de pulido de zirconio sinterizado. Efectos de la fuerza de aplicación de la fresa de pulido y la reutilización de las fresas no tiene diferencias estadísticamente significativas en los valores de rugosidad después del uso inicial (Fischer *et al.*, 2018).
- Reutilización de puntas mezcladoras de impresión con siliconas, gracias a una innovación y modificación del diseño, que permite su fabricación con plástico reciclado (Gali *et al.*, 2021). De tal forma, es posible fabricar más instrumental y accesorios para su reutilización, no solo en impresiones dentales, sino que también en otros procedimientos dentales (Gali *et al.*, 2021). Asimismo, con esta iniciativa, se confirma que aún en la problemática de la gestión del plástico es posible observar la innovación sostenible a través de sus residuos (Gali *et al.*, 2021).

4. Reflexionar

- Uno de los desafíos más significativos en el ámbito de la odontología es enfrentar la falta de conocimiento e ignorancia respecto a la reducción, el reciclaje y la reutilización de recursos en la práctica odontológica. Este problema surge debido a la idea preconcebida de que estos procesos conllevan

riesgos de contaminación e infección cruzada asociados con la atención dental (Sanabria *et al.*, 2020). Por lo tanto, promover la educación sustentable resulta esencial para abordar este problema y buscar una solución (Sanabria *et al.*, 2020).

- Transformar las prácticas tradicionales de la odontología en relación con el reciclaje se presenta como una estrategia esencial. Se destaca la necesidad de replantearse enfoques y fomentar una mentalidad más sostenible, debido principalmente a la desinformación y desinterés que caracterizan a la profesión (Sanabria *et al.*, 2020).
- La adopción de fuentes de energía renovables y tecnologías dentales más sustentables constituye un paso clave hacia una atención odontológica más amigable con el ambiente. La incorporación de tecnologías como paneles solares, CAD-CAM, radiologías digitales y lámparas de fotopolimerización LED inalámbricas no solo contribuye al cuidado del entorno, sino que también proyecta una imagen moderna del entorno de trabajo e incentiva la incorporación de prácticas más sostenibles a nivel social y ambiental (Duane *et al.*, 2019c).

5. Investigar

- Una forma de enseñar la sustentabilidad en la educación dental es mediante la implementación de talleres educativos. En el Reino Unido se han destacado talleres educativos centrados en la prevención de patologías, el empoderamiento del profesional, la prestación de servicios y la adhesión de prácticas con menor impacto ambiental (Duane *et al.*, 2021). Por lo tanto, es importante integrar la enseñanza sustentable a nivel de educación superior.
- La efectividad de prácticas sustentables. Se ha evidenciado que incluir actividades relacionadas con la reducción, reutilización y reciclaje de plástico en diversos programas comunitarios de salud oral ha sido efectivo para adquirir prácticas eco amigables y sostenibles en el tiempo por parte de la comunidad (Bowden *et al.*, 2021).
- La aplicación de auditorías para evaluar el potencial de la sustentabilidad en la práctica dental surge como una estrategia valiosa. Centradas en la medición y diferenciación de desperdicios clínicos dentales generados y en la evaluación del impacto financiero de estos, estas auditorías buscan reducir las emisiones de carbono, estimar un ahorro potencial y mejorar la rentabilidad en el proceso (Richardson *et al.*, 2016).

Discusión

En base a los resultados obtenidos, se evidencia el impacto ambiental significativo de los residuos de la práctica odontológica y se presentan diversas posibles estrategias para abordar este problema. Dado que los servicios quirúrgicos y odontológicos generan grandes cantidades de residuos peligrosos, un abordaje unifactorial para su manejo es insuficiente (Sanabria *et al.*, 2020). También, se destaca la responsabilidad de los profesionales de la odontología en la generación y gestión de estos desechos, así como el impacto negativo de materiales plásticos como el PVC en el medio ambiente, situación que se ha agravado con la pandemia de COVID-19 (Adyel, 2020; Sanabria *et al.*, 2020; Wisniewski *et al.*, 2020). Las cinco 'R's de la sustentabilidad, que son reducir, reciclar, reutilizar, reflexionar e investigar, sugieren cómo implementar prácticas más sustentables (Kagoma *et al.*, 2012). Estas incluyen estrategias específicas, tales como la conservación del agua, la tecnología digital y la reutilización de equipos médicos (Avinash, 2013; Sanabria *et al.*, 2020). Además, se enfatiza que la educación y la investigación son claves para aprender cómo la odontología puede ayudar a mitigar su impacto ambiental (Duane *et al.*, 2021).

En Chile, la investigación científica sobre la odontología sustentable en Chile presenta vacíos notables y aún no ha sido suficiente. Por un lado, son escasos los estudios sobre medidas ecoamigables y su viabilidad en el contexto chileno (Merino *et al.*, 2021). Por otro, se desconoce cómo incide la odontología en el país con relación al medio ambiente (Esposito *et al.*, 2022). Resulta imperativo generar mayor investigación y acción para avanzar en este campo. Eso implica realizar estudios sobre los materiales y su impacto en el medio ambiente, educar a los profesionales en prácticas responsables, entre otras (Esposito *et al.*, 2022).

Aunque existe un reglamento vigente desde 2009 que aborda la gestión de residuos sanitarios, este es, en gran medida, desconocido para la mayoría de los profesionales o ni siquiera se habla de aquello (MINSAL, 2009). Por ende, es crucial actualizar este reglamento con datos actuales y establecer estrategias efectivas de difusión y educación en todo el ámbito dental chileno (Merino *et al.*, 2021; Esposito *et al.*, 2022). Esto implica que tanto el personal de limpieza como los técnicos de laboratorio y los cirujanos dentistas deben estar debidamente informados y cumplir con las normativas sobre la eliminación adecuada de los residuos (Duane *et al.*, 2019a). Para ello, se puede considerar el enfoque adoptado por países desarrollados como Estados Unidos y el Reino Unido, que han integrado la sustentabilidad en sus sistemas de salud mediante la implementación de departamentos y legislaciones específicas (Duane, 2020; Linstadt *et al.*, 2020).

En cuanto a la esperanza de vida al nacer en Chile, siendo de 81 años (OCDE, 2015), y considerando variables como la recomendación de cambiar el cepillo dental de plástico cada 3 meses y el uso desde la erupción del primer diente temporal, aproximadamente a los 6 meses de edad, se estima que cada persona en Chile podría utilizar alrededor de 322 cepillos dentales en toda su vida (Marín, 2018). Esto se traduce en la producción de 5.796 gr. de plástico, que, al mismo tiempo, representa basura que tarda 75 años por cepillo en descomponerse (Marín, 2018). Suponiendo que la persona cumpla 76 años, en ese momento es cuando recién se estará descomponiendo su primer cepillo de dientes de plástico (Marín, 2018). Optar por alternativas biodegradables se presenta como la mejor opción en este contexto.

Como profesionales de la salud bucal, es imperativo cuestionar las prácticas tradicionales y reflexionar sobre el impacto que generan, explorando posibles cambios hacia una odontología sustentable que contribuya activamente a la preservación del medio ambiente, es decir, ser partícipes de la sustentabilidad (Sanabria *et al.*, 2020). En ese sentido, el rol educativo del cirujano dentista reviste una importancia capital, pues la enseñanza de buenas prácticas de higiene oral de manera sustentable sostenible puede contribuir significativamente a la prevención de enfermedades y la promoción de la salud bucal en la sociedad chilena (Bowden *et al.*, 2021). En línea con esta orientación informativa, la promoción de una higiene bucal adecuada podría complementarse con la exhibición de materiales educativos que abordan la ecología y el manejo de residuos odontológicos (Duane *et al.*, 2021). De este modo, se fomentaría no solo la salud bucal, sino también la conciencia ambiental, creando un enfoque integral que promueva prácticas sostenibles en el cuidado personal y el respeto por el entorno que nos rodea (Bowden *et al.*, 2021).

Para construir un plan efectivo de cambio ecológico en la odontología, es esencial promover el debate y la investigación en sustentabilidad, no solo dentro de este campo, sino también en otras áreas de la salud (Duane *et al.*, 2019a). La transición de lo teórico a lo práctico implica ofrecer servicios de salud basados en evidencia y consciente de la huella de carbono producida por esta actividad. Ejemplos de estudios como el de Puangsa-Ard *et al.* (2018), que destaca la re-esterilización de bolsas de papel-plástico, demuestran posibilidades de prolongar la utilidad de estos insumos manteniendo la esterilidad hasta 6 meses en ambientes cerrados. Asimismo, el estudio de Ding *et al.* (2021) aborda la reutilización y reciclaje de piezas de cerámica de zirconio compatibles con sistema CAD/CAM, mostrando que se pueden conservar propiedades esenciales sin comprometer la resistencia a la flexión (897 MPa) en comparación con bloques nuevos de zirconio (904 MPa).

Un ejemplo sustentable aplicable en la odontología podría ser la implementación de un “Punto Verde” en la consulta dental, destinado a la segregación y recolección de materiales reutilizables, reciclables y reducibles al finalizar cada sesión clínica (Duane *et al.*, 2019a). También, la habilitación de información digital o impresa para pacientes, así como la divulgación de prácticas sustentables en redes sociales, son acciones que contribuyen a la concienciación ambiental (Duane *et al.*, 2019a). La incorporación de la sustentabilidad en la clínica odontológica no solo puede generar ahorros económicos, sino también reducir costos asociados a insumos y herramientas odontológicas (Voudrias, 2018). Más aún, según el estudio de Sanabia *et al.* (2020), adoptar prácticas más eficientes, como sistemas de lavado de manos con activación por sensores, puede conllevar ahorros significativos de agua desde 11 a 14 L por cada lavado.

Para que se vuelva un hábito, la constancia es fundamental. Es imprescindible que la transición hacia una odontología sustentable sea progresiva y constante (Duane *et al.*, 2019a). Este cambio debe ir in crescendo paulatinamente hasta volverse un cambio efectivo. Como toda nueva práctica debe pasar por procesos de adaptación y así finalmente convertirse en un nuevo protocolo clínico en esta profesión. Tomar unos minutos al finalizar nuestra jornada laboral para separar los desechos en la clínica dental puede tener un impacto considerable en la disminución de basura, convirtiéndola en material reciclable o reutilizable dentro el espacio clínico (Duane *et al.*, 2019a).

Aunque la intención de adoptar prácticas sustentables esté presente, es crucial reconocer que el control de desechos está vinculado a políticas públicas. Por lo tanto, se requieren cambios gubernamentales concretos que orienten a la población en el tratamiento adecuado de los residuos (Linstadt *et al.*, 2020).

Conclusión

Para concluir, la revisión de la literatura destaca la importancia de abordar el impacto ambiental de la odontología. La odontología sustentable no solo es una opción viable, sino también imprescindible y necesaria. Sin embargo, su implementación requiere un enfoque interdisciplinario que involucre a profesionales, legisladores y responsables políticos de salud pública. Esto no solo implica adoptar prácticas más sostenibles en las clínicas, sino también abogar por políticas públicas que promuevan una odontología verde. Por último, pero no menos importante, la educación continua, la investigación y la concienciación ambiental son fundamentales para impulsar este cambio tanto a nivel nacional como global. El método de las 5R (reducir, reutilizar, reciclar, reflexionar e investigar) resulta ser un método esencial para fomentar e implementar la sostenibilidad en la odontología.

Fuentes de financiamiento

Esta investigación no recibió ningún tipo de financiamiento por parte de alguna fuente de financiamiento del sector público, comercial o sin fines de lucro.

Contribuciones y conflictos declarados por los autores

El autor declara que no existen conflictos de interés relacionados con esta investigación.

Conceptualización; Curación de Datos; Análisis Formal; Investigación; Metodología; Administración del Proyecto; Software; Supervisión; Validación; Visualización; Escritura – Borrador Original; Escritura – Revisión y Edición: Lucas Ricaldi S.

Referencias

- Adyel TM (2020). Accumulation of plastic waste during COVID-19. *Science* **369**(6509), 1314–1315.
- Almehmadi AH. (2021). An In Vitro Analysis of Sodium Hypochlorite Decontamination for the Reuse of Implant Healing Abutments. *The Journal of Oral Implantology* **47**(4), 271–279.
- Anita P & Kailasam V. (2021). Effect of sandblasting on the shear bond strength of recycled metal brackets: A systematic review and meta-analysis of in-vitro studies. *International orthodontics* **19**(3), 377–388.
- Avinash B, Avinash BS, Shivalinga BM, Jyothikiran S & Padmini MN. (2013). Going green with eco-friendly dentistry. *The journal of contemporary dental practice* **14**(4), 766–769.
- Ballesté AG, Basilio Monné J, Zabalza Cerdeiriña M & Garcia A. (2020). ¿Estamos usando bien el plástico en Odontología?. *Rev. Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España* **25**(2): 170-176.
- Balmaceda C & Castro N. (2020). Reciclado de Elementos de Protección Personal (EPP) en tiempos de pandemia de COVID-19. *Facultad de Odontología Universidad Nacional de Cuyo* **14**(1).
- Ben Achour A, Petto C, Meißner H, Hipp D, Nestler A, Lauer G & Teicher U. (2019). The Influence of Thrust Force on the Vitality of Bone Chips Harvested for Autologous Augmentation during Dental Implantation. *Materials (Basel, Switzerland)* **12**(22), 3695.
- Bowden B, Iomhair AN & Wilson M. (2021). Evaluating the environmental impact of the Welsh National Childhood Oral Health Improvement programme, Designed to Smile. *Community Dental Health* **38**(1), 15–20.

- Ding H, Tsoi JK, Kan CW & Matinlinna JP. (2021). A simple solution to recycle and reuse dental CAD/CAM zirconia block from its waste residuals. *Journal of prosthodontic research* **65**(3), 311–320.
- Duane B & Dougall A. (2019). Guest Editorial: Sustainable Dentistry. *Special care in dentistry: official publication of the American Association of Hospital Dentists, the Academy of Dentistry for the Handicapped, and the American Society for Geriatric Dentistry* **39**(4), 351–353.
- Duane B, Croasdale K, Ramasubbu D, Harford S, Steinbach I, Stancliffe R & Vadher D. (2019a). Environmental sustainability: measuring and embedding sustainable practice into the dental practice. *British Dental Journal* **226**(11), 891–896.
- Duane B, Harford S, Steinbach I, Stancliffe R, Swan J, Lomax R, Pasdeki-Clewer E & Ramasubbu D. (2019b). Environmentally sustainable dentistry: energy use within the dental practice. *British Dental Journal* **226**(5), 367–373.
- Duane B, Ramasubbu D, Harford S, Steinbach I, Stancliffe R & Ballantyne G. (2019c). Environmental sustainability and biodiversity within the dental practice. *British dental journal* **226**(9), 701–705.
- Duane B. (2020). The UK National Health Service Is World Leader in Sustainable Healthcare: Recommendations for Canada. *Healthcare Papers* **19**(3), 27–34.
- Duane B, Dixon J, Ambibola G, Aldana C, Coughlan J, Henao D, Daniela T, Veiga N, Martin N, Darragh JH, Ramasubbu D, Perez F, Schwendicke F, Correia M, Quinteros M, Van Harten M, Paganelli C, Vos P, Moreno Lopez R & Field J. (2021). Embedding environmental sustainability within the modern dental curriculum- Exploring current practice and developing a shared understanding. *European journal of dental education: official journal of the Association for Dental Education in Europe* **25**(3), 541–549.
- Esposito LI, Martínez CC, Carrasco-Labra A, Thumala JH, Kirberg RGH, Borroto DO, ... & Paiva CV. (2022). Desafíos de la educación en odontología: Challenges of dental education. *ARS MEDICA Revista de Ciencias Médicas* **47**(3), 68–74. doi: 10.11565/arsmed.v46i4.1842
- Eswaramurthy P, Aras M, DSouza KM, Nagarsekar A & Gaunkar RB. (2022). Contemporary Sterilization Protocols of Healing Abutments for Reusability: A Systematic Review. *JDR clinical and translational research* **7**(4), 352–359.
- Fischer NG, Tsujimoto A & Baruth AG. (2018). Effects of Polishing Bur Application Force and Reuse on Sintered Zirconia Surface Topography. *Operative dentistry* **43**(4), 437–446.
- Gali S, Meleppura K, Nayak VM & Shaw M. (2021). A technique of designing a 3-dimensionally printed elastomeric impression mixing tip for reuse: A step toward eco-friendly dentistry. *The Journal of Prosthetic Dentistry* **126**(4), 477–479.
- Kagoma YK, Stall N, Rubinstein E, Naudie D. (2012) People, planet and profits: the case for greening operating rooms. *CMAJ* **184**(17), 1905–1911
- Linstadt H, Collins A, Slutzman JE, Kimball E, Lemery J, Sorensen C, Winstead-Derlega C, Evans K & Auerbach PS. (2020). The Climate-Smart Emergency Department: A Primer. *Annals of Emergency Medicine* **76**(2), 155–167.
- 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.
- Marín A. (2018). Cepillos de dientes: el lado oscuro de la saludable recomendación del dentista. *El León de El Español Publicaciones*. Accedido en https://www.elespanol.com/ciencia/medio-ambiente/20180524/cepillos-dientes-lado-oscuro-saludable-recomendacion-dentista/309719440_0.html el 01 de diciembre de 2023.
- Merino W, Quispe I, Guentelican C, Herrero S, Cárcamo C, Rubilar F, Mogrovejo P, Estrada R, Inostroza S y Henríquez G. (2022). 5R y Sustentabilidad hospitalaria: Nuestro aporte en la emergencia climática. Parte I. Reducir, Reutilizar y Reciclar. *Revista Chilena de Anestesia* **51**(1), 10-16. <https://doi.org/10.25237/revchilanestv5126111920>.
- Ministerio de Salud de Chile (MINSAL). (2009). *Reglamento sobre manejo de Residuos de Establecimientos de Salud*. Santiago.
- Nandish BT, Jayaprakash K, Shetty HK, Rao S, Ginjupalli K, Chandrashekar HR & Prabhu S. (2020). The effects of recasting on the cytotoxicity of dental base metal casting alloys. *Journal of conservative dentistry: JCD* **23**(4), 412–416.
- Ordway A, Pitonyak JS & Johnson KL. (2020). Durable medical equipment reuse and recycling: uncovering hidden opportunities for reducing medical waste. *Disability and rehabilitation. Assistive technology* **15**(1), 21–28.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). *Desechos de las actividades de atención sanitaria*. Accedido en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste> el 01 de diciembre de 2023.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OCDE). (2015). *How's Life?: Measuring Well-being*. OECD Publishing, Paris. ISSN: 23089679.

- Phadke R, Dos Santos Costa AC, Dapke K, Ghosh S, Ahmad S, Tsagkaris C, Raiya S, Maheswari MS, Essar MY & Ahmad S. (2021). Eco-friendly vaccination: Tackling an unforeseen adverse effect. *The journal of climate change and health*, **1**, 100005.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2017). *Convenio de Minamata sobre el Mercurio*. Accedido en <https://minamataconvention.org/sites/default/files/2021-06/Minamata-Convention-booklet-Sep2019-SP.pdf> el 01 de abril de 2024.
- Puangsa-Ard Y, Thaweboon S, Jantaratnotai N & Pachimsawat P. (2018). Effects of reesterilization and storage time on sterility of paper/plastic pouches. *European journal of dentistry* **12**(3), 417–421.
- Richardson J, Grose J, Manzi S, Mills I, Moles DR, Mukonoweshuro R, Nasser M & Nichols A. (2016). What's in a bin: A case study of dental clinical waste composition and potential greenhouse gas emission savings. *British Dental Journal* **220**(2), 61–66.
- Rowe NH, Sidhu KS, Chadzynski L & Babcock RF. (1996). Potential public health risks related to mercury/amalgam discharge from dental offices. *The Journal of the Michigan Dental Association* **78**(2), 32–36.
- Sanabria A, Kowalski LP, Nixon IJ, Shaha A, De Bree R, Mäkitie AA, Rinaldo A & Ferlito A. (2020). Considerations for environmentally sustainable head and neck surgical oncology practice. *American journal of otolaryngology* **41**(6), 102719.
- Shiyo S, Nagels J & Shangali HG. (2020). Recycling of plaster of Paris. *African journal of disability* **9**, 503.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2011). *Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth*. Paris, Francia, UNEP. 152p.
- Voudrias EA. (2018). Healthcare waste management from the point of view of circular economy. *Waste management (New York, N.Y.)* **75**, 1–2.
- Wang Z, Xu Y, Liu R & Zhu X. (2022). The 3D-Printing-Accelerated Design for a Biodegradable Respirator from Tree Leaves (TRespirator). *Polymers*, **14**(9), 1681.
- Wisniewski A, Zimmerman M, Crews T, Jr Haulbrook A, Fitzgerald DC & Sistino JJ. (2020). Reducing the Impact of Perfusion Medical Waste on the Environment. *The journal of extra-corporeal technology*, **52**(2), 135–141.