



# RECOMENDACIONES PARA EL USO DE BIOMATERIALES DE INSERCIÓN PLÁSTICA: AHORRO DE TEJIDOS DENTARIOS

Dr. Andrés García Terra

Proyecto de Reducción  
de **Amalgama Dental GEF 7**



Ministerio  
de Salud Pública



Ministerio  
de Ambiente



Apoya



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



## Tabla de contenido

Introducción	6
Antecedentes y marco teórico	8
Objetivos	11
General	11
Específicos	11
Metodología	12
Descripción de la situación en Uruguay	13
Materiales restauradores directos sustitutos de la Amalgama	14
Resinas compuestas (RC)	14
Ionómero de vidrio tipo ii (convencional)	16
Ionómero de vidrio tipo ii modificado con resina (híbrido)	17
Ionómeros de vidrio de alta viscosidad	18
Compómeros	19
Nuevos biomateriales	20
Síntesis de los Biomateriales analizados	24
Discusión	26
Conclusiones	29
Fuentes Documentales / Referencias	30

## **Sobre el Proyecto de reducción progresiva de las amalgamas dentales GEF (Fondo de Medio Ambiente Mundial. FMAM) 7**

“ACELERAR LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS DISPOSICIONES SOBRE AMALGAMAS DENTALES Y FORTALECER LAS CAPACIDADES DE LOS PAÍSES EN LA GESTIÓN AMBIENTALMENTE RACIONAL DE LOS DESECHOS ASOCIADOS EN EL MARCO DEL CONVENIO DE MINAMATA”  
(FMAM 7 PROYECTO DE REDUCCIÓN PROGRESIVA DE LAS AMALGAMAS DENTALES).

Su objetivo es proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos nocivos del mercurio mediante la aplicación de políticas y prácticas mejoradas para reducir gradualmente el uso de amalgamas dentales, mejorar la gestión de los desechos que contienen mercurio y crear conciencia sobre los riesgos para la salud y el medio ambiente asociados con el uso de mercurio en el sector de la salud oral.

Es liderado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y ejecutado por el Programa de Salud Bucal de la Organización Mundial de la Salud (OMS), con aportes técnicos específicos de la Asociación Mundial sobre el Mercurio del UNEP.

Está financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM 7/GEF7).

Posee una duración de 3 años, de marzo 2023 a febrero 2026. El lanzamiento se realizó el 28 de abril de 2023 en la Sede de la OMS en Ginebra. El proyecto apoya la implementación de la Convención de Minamata en contextos globales y nacionales, con varias actividades que se implementan en tres países: Senegal, Tailandia y Uruguay.

El Comité Directivo ha estado conformado por la Ing. Quím. Judith Torres referente por el Ministerio de Ambiente y por la Dra. Adriana Otheguy (2023-2024) y el Dr. Agustín Cataldo (2025) por el Ministerio de Salud Pública. Se ejecuta en Uruguay con el apoyo técnico de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) en su nivel Regional y de la Oficina de Uruguay.

**Consta de tres componentes principales:**

- **COMPONENTE 1:** Reducción progresiva del uso de la amalgama dental mediante la mejora de las políticas y la capacidad técnica.
- **COMPONENTE 2:** Mejorar la gestión del mercurio y los desechos peligrosos del uso dental
- **COMPONENTE 3:** Gestión del conocimiento y concienciación mundial

En nuestro país, con el comienzo del milenio, la amalgama dental ha disminuido progresivamente a todo nivel, en lo académico con respecto a su enseñanza, en la práctica clínica, en las importaciones. Por lo tanto, las actividades en Uruguay están dedicadas fundamentalmente a la Promoción en salud bucal y Prevención de la enfermedad caries, así como a la gestión de los residuos provenientes de la amalgama dental.

## **Resumen**

El documento analiza la situación actual de aquellos materiales restauradores de uso odontológico. Fueron incluidos exclusivamente aquellos materiales de uso odontológico de inserción plástica, es decir, materiales que poseen plasticidad y se aplican en la cavidad dental, endureciéndose posteriormente mediante procesos químicos o físicos. Para llevarlo a cabo, se realizó la debida búsqueda bibliográfica y se mantuvieron reuniones de equipo con los demás consultores nacionales donde se trabajó en formato taller. A partir de ellos, se realizaron materiales de concientización, se planificaron guías y material audiovisual de concientización.

## **Introducción**

“MÁS DE UN TERCIO DE LA POBLACIÓN MUNDIAL VIVE CON CARIAS DENTALES NO TRATADAS. LA ENFERMEDAD, TAMBIÉN CONOCIDA COMO CARIAS DENTAL O SIMPLEMENTE CARIAS, ES LA ECNT MÁS EXTENDIDA Y UN GRAN PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA PARA LAS POBLACIONES Y GOBIERNOS DE TODO EL MUNDO. LA CARIAS DENTAL NO TRATADA EN DIENTES PERMANENTES ES LA CONDICIÓN MÁS PREVALENTE ENTRE TODAS LAS ENFERMEDADES, AFECTANDO A MÁS DE 2 MIL MILLONES DE PERSONAS EN TODO EL MUNDO. EN LOS DIENTES DECIDUOS, LA CARIAS NO TRATADA ES LA ENFERMEDAD CRÓNICA INFANTIL MÁS COMÚN, AFECTANDO A 514 MILLONES DE NIÑOS EN TODO EL MUNDO”<sup>(1)</sup>.

La enfermedad caries dental es un problema importante de salud pública que afecta a más del 90% de la población mundial. La Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), la Organización Panamericana de la Salud (O.P.S.) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (del inglés, U.N.I.C.E.F), establecieron en la ciudad de Alma-Ata en el año 1978 la necesidad de encarar una lucha frontal para abatir la altísima incidencia de la patología bucal. Su enfoque en la atención primaria de la salud como estrategia para mejorar la salud de las poblaciones quedó reflejada bajo el lema “Salud para todos para el año 2000,” estableciendo metas ambiciosas para mejorar la salud global.

La ciencia Odontológica en los últimos decenios del siglo XX ha logrado un enriquecimiento científico y tecnológico que impone una constante evolución del conocimiento en el área de la salud oral. Los grandes avances en el desarrollo científico de los materiales dentales, así como en el entendimiento de la enfermedad de caries dental y su abordaje, han posibilitado acciones eficaces en el campo de la cariología y rehabilitación, y logrando un impacto efectivo y duradero en la salud oral de los individuos.

En 2013 interviene Uruguay a través del Ministro de Relaciones Exteriores junto con 86 representantes de distintos países y suscribió la Convención de Minamata, donde varios países destacaron el liderazgo del Uruguay para lograr la firma del Convenio. El Convenio de Minamata fue adoptado en la Conferencia de Plenipotenciarios en 2013 en Kumamoto, Japón y entró en vigor en agosto de 2017. El objetivo de este tratado global es proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropógenas de mercurio y compuestos de mercurio. Incluye disposiciones en materia de información pública, educación ambiental, fomento de la participación y fortalecimiento de capacidades. A partir de la activa participación de Uruguay en el convenio se acredita un representante permanente de Uruguay ante P.N.U.M.A (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) con sede en Montevideo.

Actualmente en Uruguay no se utiliza la amalgama dental en ninguna de sus formas desde 2013, de acuerdo a la información recabada. Uruguay no fabrica y no importa amalgama dental sin embargo hay odontólogos que aún la siguen utilizando.

Por tal motivo, es fundamental conocer los nuevos avances tecnológicos en materia de nuevas técnicas y materiales desarrollados. En el informe de la O.M.S de 2009 sobre el uso futuro de materiales de restauración dental reconoce que se podrían utilizar materiales alternativos sin mercurio para tratar y controlar la caries dental. Dentro de ellos incluyen además de los convencionalmente clasificados como materiales de obturación (es decir, ionómero de vidrio tipo II, resinas compuestas, compómeros, entre otros). El fluoruro de diamino de plata se añadió a la lista modelo de medicamentos esenciales de la OMS en 2021. Además, las resinas compuestas de (baja y alta viscosidad) también se agregaron a la lista en 2023.

Al respecto, en el año 2021, la Federación Dental Internacional (F.D.I), refirió la necesidad de un cambio en la prevención de las políticas de la asociación dental y, decidió mudar su mirada hacia un abordaje preventivo del control de la enfermedad, promoviendo el uso de la odontología mínimamente invasiva y aceptando la importancia del seguimiento de los pacientes. Asimismo, en enero de 2021, el Consejo Ejecutivo de la O.M.S aprobó en su 148<sup>a</sup> reunión lo que el Director General de la O.M.S, Dr. Tedros Adhanom Ghebreyesus, llamó una “resolución histórica” sobre salud bucal donde propuso reorientar el abordaje curativo tradicional de la enfermedad y avanzar hacia un enfoque preventivo con identificación de riesgos para una atención oportuna, inclusiva e integral.

El abordaje de la enfermedad de la caries dental es principalmente comportamental, manejando factores de riesgo y de protección a la caries dental. Además, existen diferentes tratamientos como, no invasivo, micro invasivo y mínimamente invasivo para ambas denticiones (caducas y permanentes) que son promovidos por una filosofía odontológica de mínima intervención. Si bien la evidencia científica y los avances tecnológicos son contundentes respecto al correcto abordaje de la enfermedad, el manejo actual de las lesiones de caries dental en países de América Latina y el Caribe depende fundamentalmente de la presencia de una cavitación y de la profundidad de la lesión cariosa.

Con el objetivo de buscar las mejores prácticas odontológicas se creó una Comisión de trabajo integrada por el departamento de Odontología Preventiva – Restauradora de la Facultad de Odontología (FO) de la Universidad de la República (Udelar), Departamento de Bienestar y Salud de la Universidad Católica del Uruguay (UCU), Administración de los Servicios de Salud del Estado (ASSE) con el Ministerio de Salud Pública (MSP) y el Ministerio de Ambiente, la cual está trabajando desde diferentes ángulos con la mira en varios objetivos como los son: la recolección de residuos con mercurio y la gestión de los desechos, focalizar en lo científico, lo medio ambiental y vincularlo con los profesionales odontólogos a los efectos de lograr desestimular que utilice este material de restauración.

### **Antecedentes y marco teórico**

La amalgama dental fue durante mucho tiempo, un material restaurador muy utilizado a nivel mundial. A finales del siglo XIX y principios del XX Black propone diseños cavitarios para mejorar la retención de la amalgama. Aunque se mantienen los inconvenientes

conocidos como su color, fragilidad y al estar en un medio acuoso como la saliva ser pasibles de corrosión y galvanismo<sup>(2)</sup>.

En 1991, la O.M.S confirmó que las amalgamas dentales son la mayor fuente de mercurio, excediendo los límites establecidos para alimentos, aire y agua<sup>(2)</sup>.

Desde ya hace varios años, la amalgama dental está en desuso, según lo acordado en el año 2013 por más de 120 países en la Convención de Minamata<sup>(4)</sup>. Esta convención apunta a salvaguardar la salud humana, el ambiente debido a las emisiones de mercurio<sup>(5)</sup>.

Los primeros materiales que se asemejaban al color dental y podían ser utilizados como materiales restauradores estéticos eran los silicatos, un cemento que endurecía por reacción ácido-base, constituido por un polvo de vidrio (alúmina-sílice) y un líquido (ácido fosfórico) que a pesar de poseer efecto anticariogénico, sufría en poco tiempo un desgaste importante<sup>(6)</sup>. Luego surgen las resinas acrílicas, las cuales remplazaron a los silicatos en 1940, debido a su parecido con las piezas dentarias, como características principales, presentaron insolubilidad en los fluidos orales, facilidad de manipulación y bajo costo. Por otro lado, las resinas acrílicas presentaban muchas desventajas, como baja resistencia al desgaste, elevada contracción de polimerización, alto coeficiente de expansión térmica y elevada porosidad<sup>(7)</sup>.

El constante avance científico hizo que en 1962 R. Bowen desarrollara un nuevo monómero denominado bisfenol A glicidil metacrilato (Bis-GMA). Esta nueva molécula híbrida, presenta una cadena central compuesta por grupos epóxicos, y terminaciones constituidas por grupos metacrilatos (8). Como ventajas, se destacan su elevado peso molecular, menor contracción de polimerización y rápida reacción de polimerización. Además, se incorporó un agente de unión, que producía la unión entre las partículas de relleno y la matriz de la resina, surgiendo así las Resinas Compuestas (RC), material restaurador estético tanto de uso directo como indirecto (9). En la década del 1980, aparecen en el mercado las RC activadas por luz visible utilizando unidades de fotopolimerización (UF). Actualmente, las UF son instrumentos indispensables en la práctica odontológica. La demanda cada vez mayor de una gran diversidad de procedimientos clínicos ha llevado a los fabricantes a perfeccionar la tecnología de las lámparas de luz halógena tradicionales y al desarrollo de



alternativas adicionales de fotoactivación como láser de Argón, arco de plasma de xenón, y los fotoiniciadores a base de diodos emisores de luz (LEDs)<sup>(10)</sup>.

Siguiendo la evolución histórica de los materiales dentales con indicación restauradora, en 1969 en Reino Unido, fueron desarrollados los ionómeros de vidrio por Wilson y Kent. Los primeros resultados de las investigaciones de este nuevo material fueron divulgados recién en 1972 en el British Dental Journal con el título “Un nuevo cemento translúcido”.

El objetivo fue combinar las buenas propiedades del Cemento Silicato y del Cemento Policarboxilato de Zinc. Los Cementos de Silicato tenían propiedades anticariogénicas debido a la liberación de flúor, mientras que el cemento de Policarboxilato de Zinc tenía la capacidad de adherirse a la estructura dental (esmalte y dentina) y causar poca irritación pulpar. Así, la combinación de un material con partículas de vidrio de aluminosilicato con una solución acuosa, de ácido poliacrílico resultó en un material muy versátil y con una excelente durabilidad<sup>(11)</sup>.

Independientemente del avance científico y del surgimiento de nuevos materiales restauradores, la amalgama dental siempre estuvo como opción terapéutica tanto en la órbita pública como en la privada. Por tal motivo, a la hora de restaurar una pieza dentaria el profesional odontólogo cuenta con un amplio espectro de posibilidades, las cuales dependen de muchos factores, algunos inherentes a las propias piezas dentarias, otros al paciente como un todo y otros al profesional.

El informe de la O.M.S de 2009 sobre el uso futuro de materiales de restauración dental, reconoce que se podrían utilizar materiales alternativos sin mercurio para tratar y controlar la caries. Dentro de ellos incluyen además de los convencionalmente clasificados como materiales de restauración (es decir, ionómero de vidrio tipo II y las resinas compuestas), también encontramos al Fluoruro Diamino de Plata (FDP), el cual es un agente cariostático, no se lo considera un material restaurador en sí mismo, presenta propiedades preventivas en el control y detención de caries<sup>(12)</sup>. Desde hace muchos años es utilizado en odontología pediátrica. Se lo utiliza como un sellador químico, sellando la estructura e inactivando la lesión cariosa. Como desventaja, deja en el sistema de surcos una coloración gris debido al contenido de plata. El FDP se añadió a la lista modelo de medicamentos esenciales de

la O.M.S en 2021. Dicho material es mencionado en la literatura científica desde hace más de 30 años, aunque la aparición de resultados terapéuticos suele ser más recientes. Además, las resinas compuestas de (baja y alta viscosidad) también se agregaron a la lista en 2023.

Por su parte, la International Association for Dental Research (IADR) enumera una serie de requisitos que debería reunir un material de restauración ideal: Deberá sellar la interfaz diente-restauración, tener la máxima estabilidad dimensional al fraguar, contribuir a la cicatrización de la cavidad generada por la lesión de caries (efecto remineralizante), ser de fácil manipulación, poseer adecuada resistencia al desgaste, guardar una buena relación costo-beneficio, no ser tóxico y poder repararse.

## Objetivos

### General

Analizar y recomendar el uso de biomateriales restauradores de inserción plástica, como alternativa a la amalgama dental, en el marco de la promoción de la salud bucal y la implementación progresiva del Convenio de Minamata en Uruguay.

### Específicos

- Contextualizar histórica y normativamente el uso de amalgama dental y su progresiva sustitución en Uruguay y a nivel internacional.
- Describir y comparar las propiedades físico-mecánicas, químicas y biológicas de los biomateriales restauradores alternativos disponibles actualmente.
- Evaluar las ventajas, desventajas, biocompatibilidad y sostenibilidad ambiental de los principales biomateriales restauradores de uso directo.
- Formular recomendaciones clínicas y sanitarias orientadas a la adopción de prácticas odontológicas seguras, eficaces y ambientalmente responsables.
- Promover el uso de materiales acordes con el paradigma de la odontología mínimamente invasiva y con los principios de salud pública y equidad del Sistema Nacional Integrado de Salud.

## **Metodología**

Se realizó una búsqueda bibliográfica en diferentes bases de datos internacionales: MEDLINE, PUBMED, LILACS, COCHRANE, SCOPUS y SciELO, seleccionando artículos que analizaron y compararon a la amalgama dental con otros materiales restauradores de uso directo. Se seleccionaron aquellos artículos comprendidos del 2014 a la fecha para responder a las clásicas interrogantes sobre la temática, como, por ejemplo, cuáles son los materiales restauradores sustitutos de la amalgama dental.

A su vez se incluyeron en la lectura artículos anteriores para dar contexto a la temática desarrollada. Se clasificaron los artículos según la calidad de evidencia de cada uno, siguiendo la pirámide de la evidencia científica en: estudios in vitro, ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y meta análisis, etc. Priorizándolos según el mayor nivel de evidencia científica. Además, se efectuó una búsqueda manual en revistas científicas de acceso virtual de la especialidad que tengan mayor factor de impacto según Scimagojr del año 2023. Se accedió de forma manual a las siguientes revistas: Journal of Dental Research (SJR:1.872; Q1), Journal of Esthetic and Restorative Dentistry (SJR:0.996; Q1), Dental Materials (SJR:1.283; Q1), International Journal of Dentistry (SJR:0.470; Q2), Journal of Prosthetic Dentistry (SJR:1.154; Q1), Dental Materials Journal (SJR:0.652; Q1), British Dental Journal (SJR:0.506; Q2). Fueron elegidas porque analizan materiales restauradores directos para odontología/estomatología. Se utilizaron los términos MeSH: dental materials, dental restorative materials.

También se incluyeron libros de texto clásicos de Materiales Dentales como: Materiales Dentales. Macchi 4ta. Edición; Phillips Ciencia de los Materiales Dentales. 11va edición; Materiales de odontología restauradora. R. Craig; Adhesión en Odontología Restauradora. Gilberto Henostroza; Materiales Dentales directos. Alessandra Reis; Materiales Dentales Módulo II. Manual de Apoyo Teórico. Finalmente, se pautaron reuniones de trabajo en modalidad presencial y virtual..

## **Descripción de la situación en Uruguay**

En la actualidad, los materiales de uso odontológicos tanto preventivos como restauradores son muy diversos. Ellos son utilizados tanto en el sector privado como en el público. Con la intención de fomentar un sistema de salud integral, accesible y equitativo, en 2008 se crea el Sistema Nacional Integrado de Salud (SNIS)<sup>(13)</sup>, el mismo vincula a ambos sectores público y privado.

Para ello fue necesario analizar el primer Relevamiento Nacional en Salud Bucal realizado en 2010-2011<sup>(14)</sup>. Este relevamiento incluyó población joven y adulta y dejó de manifiesto la necesidad de crear políticas de salud pública con el propósito de diagnosticar y tratar prevenir y tratar la patología dentaria.

Una problemática encontrada fue la caries dental, la enfermedad periodontal, la pérdida dentaria, las maloclusiones y las lesiones de mucosa. Todas patologías diferentes con diferentes materiales para su rehabilitación.

A su vez, se observó aparición de enfermedad periodontal y de lesiones de mucosa, a partir de la edad adulta y adulta mayor. Con respecto a la pérdida dentaria, hay mayor prevalencia de esta en los adultos mayores, producto de la historia pasada de caries dental y enfermedad periodontal<sup>(15)</sup>.

En virtud de esta modificación, también fue incluido el Programa Nacional de Salud Bucal. Este programa, priorizó embarazadas y los menores de edad<sup>(16)</sup>.

Entre sus objetivos, el SNIS pretende implementar un modelo de atención integral basado en una estrategia sanitaria común, con políticas de salud articuladas y acciones de promoción, diagnóstico precoz de las enfermedades más prevalentes, tratamiento y rehabilitación de la salud de sus usuarios. A su vez, se promueve el desarrollo profesional continuo del capital humano trabajando en equipos interdisciplinarios. La definición de integralidad supone la inclusión de la salud bucal en el SNIS (art. 5) y un compromiso de que las entidades públicas y privadas que integran el sistema suministren a la población usuaria los programas integrales que apruebe el MSP (art. 45).



Con respecto a la situación escolar en Uruguay y según los datos del MSP que figuran en el banco de datos de la O.M.S, en 2003 acerca de la lesión de caries en niños de 12 años que concurren a escuelas públicas, marca que los niños libres de caries es del 27.5 % (17). Con respecto a la enseñanza en la currícula en Uruguay y más precisamente en la FO Udelar, el uso de materiales dentales comienza dentro de la malla curricular del Plan de estudios vigente (Plan 2011) (18) en el primer año de la carrera de Dr. en Odontología y continúa durante todos los años de la carrera. Además, dichos materiales se enseñan en otras carreras presentes en la FO como lo son, carrera de Asistentes e Higienistas en Odontología en su plan 2017 (19) y a la carrera de Laboratorista en Odontología plan 2017 (20). Dentro del Plan 2011 se encuentran las áreas de formación, los cuales son núcleos de conocimiento con afinidad conceptual, teórica y metodológica. A su vez, encontramos a la formación clínico profesional, donde se acceden a todos los conocimientos en materiales dentales. Muchos de los materiales que utilizamos en la enseñanza curricular, sufren modificaciones debido a los avances tecnológicos propios de la industria. En tal sentido y a modo de ejemplo, la amalgama dental fue tema de estudio hasta el año 2013.

### **Materiales restauradores directos sustitutos de la Amalgama**

#### **Resinas compuestas (RC)**

Las RC son materiales de restauración directos, altamente estéticos, de inserción plástica y de carácter semi – permanente (con una sobrevida de 6 a 10 años aproximadamente). Es un material con gran densidad de entrecruzamiento polimérico, reforzadas por una dispersión de silice amorfo, vidrio, partículas de relleno cristalinas u orgánicas y/o pequeñas fibras que se unen a la matriz gracias a un agente de unión. Por todo esto, también es un material de naturaleza combinada. Las restauraciones directas de RC son ampliamente utilizadas en la odontología contemporánea<sup>(21)</sup>.

Dicho material presenta una estructura básica formada por una matriz orgánica (monómero), una matriz inorgánica (relleno) y un agente de unión (silano) (21). Las RC más utilizadas son fotopolimerizables, desencadenando su reacción por acción de unidades LED (Ligth emitting diode) que, para uso odontológico emiten ondas que se ubican dentro del espectro de luz visible de color azul en un rango que varía de 460 a 480 nm (23).

Tradicionalmente, la elección entre el uso de técnicas directas e indirectas para los materiales resinosos en piezas dentarias posteriores se basa en el tamaño de la cavidad a restaurar, la evaluación de costos, el ajuste marginal, tiempo clínico y propiedades mecánicas entre otros factores<sup>(21)</sup>.

En la actualidad, las RC son consideradas uno de los materiales restauradores sustituto de las amalgamas dentales. Ellas han mejorado mucho su performance desde sus inicios hasta la actualidad, donde constantemente están surgiendo nuevas y con mejores propiedades (24). Para asegurar las óptimas propiedades físico-mecánicas y la biocompatibilidad de las RC, los fabricantes indican que es esencial realizar una correcta fotopolimerización, esto no dependiente únicamente del material restaurador, sino también de la buena unidad de fotopolimerización que se utilice.

Las RC se adhieren micromecánicamente a las estructuras dentarias a través de sistemas adhesivos, a diferencia de las amalgamas las cuales requerían para su inserción plástica, cavidades extensas con determinada planimetría y retenciones en profundidad. La contracción de polimerización es uno de los problemas más significativos de las RC actuales, teniendo una incidencia significativa en la falla prematura de las restauraciones, ya que podría inducir defectos en la adhesión a las estructuras dentarias<sup>(9, 25)</sup>. Para superar estas desventajas y controlar los efectos negativos de la contracción del material al producirse la polimerización, se ha propuesto el uso de una técnica incremental o por capas al momento de manipular este tipo de RC<sup>(26)</sup>. Aunque esta técnica tiene beneficios, genera inconvenientes como el aumento de tiempo clínico, la incorporación de burbujas de aire y las probabilidades de cometer errores en el procedimiento<sup>(27, 28)</sup>. Esta técnica se utiliza, además, debido a que la profundidad de curado de estos materiales es limitada, sugiriéndose incrementos no mayores a 2 mm, con el objetivo de lograr un correcto grado de polimerización en las zonas más profundas del material<sup>(29)</sup>.

Los sistemas adhesivos merecen un capítulo aparte igualmente cabe mencionar que han mejorado notablemente su performance, a tal punto que los más modernos “adhesivos universales” presentan ciertas ventajas frente a los adhesivos convencionales. Se introdujeron como sistemas versátiles con menos pasos de aplicación, compatibles con todas las estrategias adhesivas y con capacidad de unirse a cualquier sustrato tanto dentario como



no dentario (metales, cerámicas, etc.)<sup>(30)</sup>. Diferentes estudios<sup>(31, 32)</sup> evalúan la adhesión inmediata y a largo plazo de los adhesivos universales la cual mejoraría cuando se combina con la estrategia de grabado selectivo del esmalte.

Las RC pueden clasificarse para su estudio de diferentes maneras. Según el tamaño de las partículas de relleno, según la consistencia y según su mecanismo de polimerización entre otras.

Según tamaño del relleno	Según su consistencia	Según su mecanismo de polimerización
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microrelleno</li> <li>• Híbridas</li> <li>• Microhíbridas</li> <li>• Nanorellenas</li> <li>• Nanohíbridas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condensables</li> <li>• Convencionales</li> <li>• Baja viscosidad o flow</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autopolimerización</li> <li>• Fotopolimerización</li> </ul>

### Ionómero de vidrio tipo ii (convencional)

El ionómero de vidrio (IV) es un material a base de agua, resultante de una reacción ácido-base<sup>(33)</sup>, entre un líquido generalmente ácido polialquenoico y un polvo vidrio de aluminosilicato básico<sup>(34, 35)</sup> que genera un gel polisalino y forma la matriz del cemento.

El ácido polialquenoico suele ser un ácido poliacrílico, ácido (polita- cónico, polimaleico) o un copolímero de los anteriores. El vidrio contiene calcio, aluminio y sílice unidos entre sí por puentes de oxígeno. También están presentes otros iones como el flúor y el fosfato<sup>(36)</sup>.

El IV tipo II es un material restaurador importante y presenta propiedades únicas como: excelente biocompatibilidad, coeficiente de expansión térmica similar a la estructura dentaria, adhesión química a los tejidos dentales, remineralizante de los tejidos dentales mediante la liberación de flúor (efecto anticariogénico). Estos ionómeros presentan muy buena estabilidad dimensional lo cual favorece a su excelente sellado marginal, se los con-

sidera muy poco solubles en fluidos orales (37). Tienen la capacidad constante de adquirir y liberar fluoruros de diferentes fuentes del medio bucal<sup>(38)</sup>. Para mejorar las propiedades de los IV los fabricantes han investigado diferentes materiales de relleno, en tal sentido a principios de 1990, surgen los IV de alta viscosidad o densidad, fundamentalmente indicados para la técnica restaurativa atraumática (TRA).

El uso de estos IV de alta densidad se originó con la intención de tratar aquellas piezas dentarias en las comunidades con escasos recursos. Esta técnica se ha popularizado tanto en centros de salud pública como en prácticas privadas. El TRA se basa en la filosofía de la mínima intervención ya que preserva tejido dentario sanos y reduce los procedimientos más invasivos como la endodoncia y la exodoncia<sup>(37)</sup>.

Los IV de alta densidad son IV convencionales cuyos vidrios han sido mejorados<sup>(40)</sup>, donde el Calcio se reemplaza por Estroncio y en algunos casos por Zirconio<sup>(41)</sup>, mejorando sustancialmente las propiedades fisico-mecánicas y químicas. A su vez, presentan una solubilidad menor comparada con los IV convencionales<sup>(42)</sup>.

En estos materiales el fraguado es más rápido, la resistencia compresiva es adecuada y se pueden pulir en la misma sesión, presentan un menor desgaste, aunque si los comparamos con las RC, estas siguen siendo superiores en cuanto a resistencia a la fractura<sup>(41)</sup>.

### **Ionómetro de vidrio tipo II modificado con resina (híbrido)**

Ellos surgen en 1991, presentan las características de los ionómeros de vidrio convencionales, pero con mejor estética, se aumentan las propiedades mecánicas, tienen mayor resistencia al desgaste, menor solubilidad y menor tiempo de fraguado. A diferencia de los convencionales, estos presentan monómeros hidrófilos como el hidroxietil-metacrilato (HEMA). Estos materiales endurecen con la clásica reacción ácido-base de los convencionales y a su vez, polimerizan por adición<sup>(43)</sup>. Por otro lado, algunos autores<sup>(43, 44)</sup> mencionan que la biocompatibilidad de este material es discutida ya que los monómeros libres pueden difundir hacia la profundidad de la dentina y llegar a afectar a las células pulparas. Las propiedades mecánicas de los ionómeros híbridos, especialmente en la flexión, aumentan en comparación con las de los ionómeros convencionales y los de alta viscosidad<sup>(42, 45)</sup>. Sin embargo, su resistencia al desgaste en áreas de estrés mecánico sigue siendo baja<sup>(46)</sup>.



Los mecanismos de liberación y recarga de flúor son similares a los descritos para los ionómeros convencionales, en particular, que exhiben un pico de liberación cuando se llevan a la cavidad. Sin embargo, los híbridos parecen liberar menos fluoruro que los ionómeros convencionales<sup>(46)</sup>. Su presentación comercial es variada, encontrándose en polvo/líquido, cápsulas o pasta-pasta.

Clásicamente los ionómeros híbridos presentan en su composición, un vidrio de alúmina silicato de calcio radiopaco y el líquido contiene HEMA, agua, ácidos polialquenoicos y también se incluye el fotoiniciador.

La matriz de resina polimerizada limita el intercambio de iones con el entorno externo. Se ha demostrado que esta liberación de iones induce la remineralización de los tejidos dentales duros subyacentes<sup>(48)</sup>.

### **Ionómeros de vidrio de alta viscosidad**

Los ionómeros de vidrio de alta viscosidad o densidad, poseen propiedades mejoradas en comparación con otros. Sus principales indicaciones son: Restaurar cavidades clase V, I y II sin compromisos oclusal, reemplazar obturaciones de amalgama o de resina en piezas posteriores, reconstrucción de piezas dentarias destruidas. Están indicados en pacientes geriátricos, niños, así como personas de alto riesgo de caries y con capacidades especiales.

Existe en el mercado, un ionómero de vidrio basado en la técnica de obturación en masa (bulk fill), el cual presenta un fraguado rápido. Se trata de un ionómero cuyas partículas de vidrio ultrafinas de reactivos se dispersan en el ionómero de vidrio de alta densidad y en combinación con un ácido poliacrílico de elevado peso molecular, este nuevo vidrio híbrido tiene la capacidad de aumentar la disponibilidad de iones mejorando la matriz haciéndola mucho más resistente<sup>(49)</sup>. A su vez, este sistema presenta una resina de nanorrelleno fotocurable la cual se utiliza para proteger, pulir y sellar altamente resistente al desgaste. Complementa a este ionómero de vidrio dejando una superficie lisa y aumenta su resistencia. Esta resina de sellado está diseñada para darle una humedad adecuada, mejorar la adhesión, estabilidad cromática y ser resistente a la pigmentación. Esta protección superficial produce una matriz de resina más resistente la cual se ve reforzada con nanopartículas. Estos nuevos monómeros también mejoran su manejo y se crea una superficie con mejor acabado superficial.

En síntesis, como ventajas de este material podemos describir que presenta buena estética, posee adhesión específica, no es pegajoso, presenta buena resistencia a la fractura, buena resistencia flexural, proporciona un buen sellado marginal, no contrae, libera grandes cantidades de flúor a su vez, puede recargarse como los demás ionómeros. Los colores disponibles de acuerdo al colorímetro Vita®, son A1, A2, A3, A3.5, B1, B2, B3 y C4.

Por último, podemos decir que en esta técnica de dos componentes consiste de un ionómero de vidrio de alta densidad y un barniz de resina con tecnología de nanorrelleno (49).

### Compómeros

Los compómeros surgen en el año 1993, a partir de la idea de unir dos materiales restauradores conocidos, los ionómeros de vidrio y las resinas compuestas. Por lo tanto, podemos decir que son resinas compuestas modificadas con poliácidos y tienen baja resistencia a la compresión. Son materiales combinados, presentan una fase orgánica y un refuerzo cerámico. Al igual que en las resinas compuestas, la fase orgánica se compone de monómeros de Bis-GMA, estos monómeros se unen a través de enlaces C=C.

Los Compómeros son materiales de restauración que pueden utilizarse en piezas deciduas y permanentes. Su uso principal es en cavidades clases V, en dientes deciduos, también es utilizado como sellante de fosas y fisuras y también como material de fijación.

Presentan menores propiedades mecánicas que las resinas compuestas, mayor sorción acuosa que las resinas compuestas, la contracción de polimerización es semejante a las resinas compuestas. Los compómeros endurecen por una reacción ácido-base y por polimerización. Posteriormente cuando los compómeros entran en contacto con la saliva de la cavidad bucal, este material restaurador experimenta una serie de reacciones químicas que le permiten una transformación en estado sólido mediante la cual, se asemeja mucho a la reacción del ionómero de vidrio. A su vez, luego del contacto del material con la saliva, se da la liberación del ión flúor<sup>(50)</sup>.

Son una alternativa válida a la hora de restaurar piezas dentarias, pueden sustituir las restauraciones de amalgama de plata, así como en cavidades sin estrés en dentición permanente.



La restauración final presenta una superficie lisa pulida con muy buena estética similar a la ofrecida por las resinas compuestas. Contienen una molécula de resina modificada que tiene grupos vinilo que facilitan la polimerización junto con grupos carboxilo que se pueden disociar en presencia de agua y reaccionan con los iones metálicos<sup>(51)</sup>.

Los compómeros vienen presentados en jeringas envasadas al vacío o también en envases unidosis. Son muy sensibles a la humedad por lo tanto siempre deben mantenerse herméticamente cerrados.

### Nuevos Biomateriales

**Resinas Bulk Fill (RBF):** A partir del año 2006 se comenzó el estudio de estas resinas compuestas. Lo novedoso fue que estas resinas llamadas Bulk Fill también denominadas “de aplicación en masa” a diferencia de las resinas convencionales, podrían ser colocadas en las cavidades en espesores entre 4 y 5 mm<sup>(52)</sup> donde se reduce tiempo clínico, sensibilidad de la técnica y riesgo de atrapar aire<sup>(53)</sup>.

Su aplicación clínica es para restaurar piezas dentarias anteriores y posteriores directas (incluyendo superficies oclusales de piezas permanentes y deciduas), restauraciones indirectas incluyendo inlays, onlays y carillas. También están indicadas para la reconstrucción de muñones, ferulización, así como también sellado de fosas y fisuras en molares y premolares.

La composición de las RBF es similar a las RC convencionales. La matriz se basa en monómeros clásicos como el Bis-GMA, UDMA y TEGMA<sup>(54)</sup>, sin embargo, cada fabricante adiciona los monómeros específicos que permiten una mayor flexibilidad, lo que asegura disipar el estrés generado al momento de polimerizar<sup>(55)</sup>. Además, se han observado porcentajes de relleno menores a las RC microhíbridas y nanohíbridas, lo que se traduce en un aumento en la profundidad de penetración de la luz al disminuir la diferencia de índice de refracción entre matriz y relleno, lo que podría aumentar la profundidad del curado<sup>(56)</sup>. Por último, en cuanto al sistema de iniciación de polimerización, algunos fabricantes han adicionado nuevos fotoiniciadores, los cuales parecen ser más efectivos incluso en profundidades mayores a 2 mm<sup>(54)</sup>. De esta manera, las RBF buscan simplificar los pasos clínicos, disminuyendo además el margen de error por parte del profesional.

Su presentación comercial es en jeringas envasadas al vacío de 4 gramos. A su vez, estas resinas se presentan en consistencia media y fluidas o flow.

Las flow Bulk Fill, también se utilizan como material restaurador, al igual que las anteriores son resinas de relleno a granel fluidas que permiten la aplicación en incrementos de hasta 4 mm. Están indicadas para restauraciones de clase I, II, III y V, preparaciones de cavidades mínimamente invasivas, pueden utilizarse como base/recubrimiento y en reparaciones menores. Su presentación comercial es en jeringas de 2 gramos envasadas al vacío, los colores disponibles son: A1, A2 y A3.

El cambio de paradigma en el modo de uso, aplicación e indicación de estas RBF genera aún ciertas controversias a la hora de elegirlas para su uso clínico. Una alta contracción volumétrica y estrés de polimerización, podrían ser los causantes de desadaptaciones marginales, y con ello otras condiciones, como pigmentación marginal y presencia de caries secundaria, causando el fracaso de la restauración con RC, llevando al profesional a realizar una reparación o recambio total de la misma, por ende, mayores costos operativos y tiempo clínico<sup>(57)</sup>.

**Alkasites:** Es una nueva familia de biomateriales resinosos. Se trata de un material novedoso y poco conocido en Uruguay que se presenta como una alternativa frente a otros materiales como Ionómeros de vidrio y resinas compuestas. Su presentación comercial es en polvo/líquido y solo viene presentado en color A2.

Sus propiedades más relevantes son: Liberación de iones Flúor, calcio e hidroxilo dependiendo del pH de la cavidad oral. Radio opacidad (fluoruro de iterbio). Resistencia flexural 110 Mpa, ME 12 Gpa. Adhesión cuando utilizamos adhesivos, es similar a una RC. Translucidez aproximada del 11%.

Una investigación recientemente realizada y ya publicada<sup>(58)</sup>, por el Laboratorio de Análisis y Desarrollo de Biomateriales del Departamento de Odontología Preventiva y Restauradora de la FO Udelar en conjunto con investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (Pachuca, México) y de la Universidad Autónoma de Baja California (Tijuana, México), analizaron las propiedades físico-químicas de tres biomateriales restauradores:



Fuji II LC (ionómero de vidrio modificado con resina), Cention N (material resinoso basado en alkasite) y Tetric N Ceram (resina compuesta). Los materiales se caracterizaron en términos de grado de conversión, dureza Knoop (KHN), resistencia a la flexión, módulo elástico, sorción y solubilidad en agua, fuerza de unión de microcizallamiento a la dentina, microfiltración inmediata y radiopacidad. Entre los resultados se encontró que Fuji II LC tuvo el mayor grado de conversión, sorción de agua y microfiltración, pero era menos resistente a la flexión. Por su parte, Tetric N Ceram tuvo el mayor grado de conversión, dureza Knoop y radiopacidad, sin embargo, fue Cention N el biomaterial que tuvo mayor solubilidad y cuando se usaba con un sistema adhesivo lograba una resistencia de unión y microfiltración similar a la resina compuesta Tetric N Ceram. En este sentido, los investigadores concluyeron que las propiedades de Cention N validan su eficacia laboratorial como un material restaurador directo alternativo cuando se utiliza junto con un sistema adhesivo.

**Figura 8** Cuadro comparativo de las propiedades más relevantes de los materiales restauradores directos.

	Tipo de adhesión	Estética	CET	Propiedades mecánicas	Liberación de flúor	Solubilidad	Manipulación	Toxicidad	Contaminación
<b>Amalgama</b>	Mecánica	No	Elevado	Buenas	No	No	Senilla	Si	Si
<b>Resina compuesta</b>	Micromecánica	Si	Elevado	Buenas	No	No	Crítica	No	No
<b>Iv convencional</b>	Química	Si	Discutida	Similar al diente	Buenas	Si	Antes de las 24hs	Senilla	No
<b>Iv híbrido</b>	Química	Si	Similar al diente	Buenas	Si	No	Senilla	No	No
<b>Iv alta viscosidad</b>	Química	Si	Similar al diente	Buenas	Si	No	Senilla	No	No
<b>Compómeros</b>	Micromecánica	Si	Elevado	Malas	Si	No	Senilla	No	No
<b>Resina Bulk-fill</b>	Micromecánica	Si	Elevado	Buenas	No	No	Crítica	No	No
<b>Alkasites</b>	Micro y macro mecánica	Limitada	-	Buenas	Si	No	Senilla	No	No



## Síntesis de los Biomateriales analizados

Fluoruro Diamino de Plata (FDP), es un agente cariostático, no se lo considera un material restaurador en sí mismo. Como ventajas, presenta propiedades preventivas en el control y detención de caries. Si bien no sería un material restaurador como tal, lo incluimos ya que presenta ventajas en el control de la lesión cariosa. Como se mencionó anteriormente, al ser utilizado como un sellador químico inactiva la lesión. Como desventajas, presenta color gris debido a la incorporación de plata.

Los ionómeros de vidrio tipo II, presentan propiedades satisfactorias como, por ejemplo, adhesión química o específica a las estructuras dentarias, excelente sellado marginal, liberación de flúor y posibilidad de poder recargarse frente a aplicaciones fluoradas. Además, presentan un coeficiente de expansión térmica similar a las estructuras dentarias.

Como desventajas, cabe mencionar el desbalance hídrico que puede sufrir luego de su manipulación, por tal motivo deben ser protegidos al quedar expuestos a la cavidad bucal. Por otro lado, los ionómeros de vidrio modificados con resina o híbridos, a diferencia de los convencionales, presentan mejores propiedades mecánicas, son más estéticos, los podemos encontrar en variadas presentaciones comerciales. Como desventaja podemos decir que presentan una liberación de flúor menor que los convencionales.

Los ionómeros de alta viscosidad presentan buena estética, posee adhesión específica, no son pegajosos, presenta buena resistencia a la fractura, buena resistencia flexural, proporciona un buen sellado marginal, no contrae y libera grandes cantidades de flúor. Por otro lado, el material restaurador más utilizado en la odontología contemporánea es la RC. Las resinas son muy versátiles y se presentan en diferentes viscosidades y gama de colores.

Con respecto a la seguridad en el uso de materiales restauradores, ellos deben seguir determinadas normas establecidas por diferentes organismos, las cuales se han desarrollado para brindar eficacia y seguridad al paciente y al equipo de salud. Entre ellos podemos encontrar FDI, ADA, ISO entre otros. Según lo publicado en el libro “Ciencia de los materiales dentales” ningún material restaurador es totalmente seguro, siempre existen riesgos

biológicos, se supone que, a la hora de utilizar el mejor material según la circunstancia clínica, los beneficios son mayores a los posibles riesgos.

Cuando se comparan materiales y más aún los más modernos, surge la interrogante si ellos presentan algún tipo de citotoxicidad, si son biocompatibles etc. En el caso de aquellos materiales resinosos, existen técnicas las cuales pueden disminuir posibles efectos adversos. Lo más importante es reducir la cantidad de monómeros residuales.

Además, existen RC libres de Bisfenol A (BPA) y una nueva generación que presentan diferente composición y no liberan metacrilatos. Por otro lado, el grado de conversión de las RC es entre 55 y 80%. Ese grado desciende por la capa inhibida. En tal sentido, esta capa contiene 65% de monómeros que no reaccionan, o lo que es lo mismo decir, que gran parte de las RC no polimerizan. El grado de conversión depende de varios factores como tipo, duración e intensidad de luz recibida <sup>(59, 60)</sup>.

Es fundamental generar el mayor grado de polimerización posible, de esta manera nos aseguramos que habrá menor cantidad de monómeros libres sin reaccionar. Además, es importante fotopolimerizar correctamente, utilizando unidades en buenas condiciones, con la fibra sana, libre de restos de material y utilizando una técnica incremental por capas de material.

Los monómeros presentes en las RC presentan diferentes tamaños. Los más pequeños se liberan más rápido que los tamaños más grandes <sup>(61)</sup>. Debido a esto, el TEGDMA se liberará más que el Bis-GMA. Otros autores recomiendan utilizar RC nanopartículas, porque reducen el espacio intersticial y por lo tanto, presentan menor cantidad de matriz orgánica capaz de liberar metacrilatos, y así causar menor irritación de los tejidos <sup>(62)</sup>.

Por otro lado, algunos autores afirman que ni el ionómero ni las resinas tienen un efecto directo sobre el periodonto, siendo más importante el pulido de la restauración que la composición <sup>(63)</sup>. En contraposición la amalgama, estudiada desde hace muchos años, cuando se analiza la biocompatibilidad del mercurio, este se libera y se absorbe a través de los pulmones, es soluble en grasas y atraviesa las membranas celulares causando daño directo a órganos como el cerebro y los huesos <sup>(64)</sup>.

## **Discusión**

Hace más de dos siglos la amalgama dental ha sido utilizada para obturar preparaciones cavitarias. En la actualidad sigue siendo un material restaurador de primera elección en países de bajos recursos, ya que como es sabido la amalgama dental es relativamente económica y no hay necesidad de uso de aparatología compleja para su uso y manipulación.

Sin embargo, la discusión sobre su utilización se da en varios aspectos. Lo primero es el impacto ambiental que genera el mercurio y los residuos de la amalgama. Otro aspecto que hace a la discusión es analizar cuáles son las alternativas al uso de la amalgama, siempre comparando entre materiales restauradores de uso directo, analizando ventajas y desventajas de cada uno. Y por último debe analizarse el máximo de preservación de tejidos dentarios acorde con las técnicas de la odontología mínimamente invasiva.

En tal sentido, en 2013 la Asociación Internacional de Investigación Odontológica (IADR) y la Federación Dental Internacional (FDI) exhortaron a la comunidad científica para que se desarrollen nuevas alternativas al uso de la amalgama, ya que su uso no acompaña las nuevas técnicas de preservación de tejidos. A su vez, más de 140 países han ratificado el Convenio de Minamata sobre el Mercurio y han acordado disposiciones para proteger el medio ambiente de la emisión de mercurio a la tierra, el aire y el agua, incluida la reducción gradual del uso de amalgama dental<sup>(64)</sup>.

Dentro del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el tratado internacional Convención de Minamata sobre el Mercurio, cuyo objetivo es “proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio y sus compuestos”, entró en vigor en agosto de 2017. Su ratificación exige que cada Estado Parte adopte al menos dos de las nueve medidas previstas para la reducción progresiva del uso de mercurio, incluida la amalgama dental.

Las decisiones posteriores de la cuarta (COP4, Bali 2022) y quinta (COP5, Ginebra 2023) Conferencias de las Partes reforzaron y ampliaron estos compromisos: la COP4 prohibió el uso de amalgama con mercurio en poblaciones vulnerables (niños, mujeres embarazadas y lactantes, salvo indicación clínica imprescindible), y la COP5 instó a los países a avanzar

hacia su eliminación total, promoviendo políticas nacionales que favorezcan materiales restauradores alternativos, seguros y ambientalmente responsables, en consonancia con el paradigma de la odontología mínimamente invasiva.)

En lo que respecta a la FO Udelar, en setiembre de 2017 se realiza un informe donde se llega a una serie de conclusiones: *“El contexto favorable del Uruguay por su población, geografía y relación profesional - número de pacientes, a la vez de una oferta adecuada de equipamiento y materiales para técnicas alternativas. El cambio de paradigma en la profesión: abordaje por enfoque de riesgo y tratamiento preventivo restaurador; promoción y fomento del estado de salud; prevención temprana contrapuesta al tradicional enfoque curativo restaurador. La aparición de materiales adhesivos estéticos que suponen alternativas eficaces (especialmente los de última generación) y la incorporación del concepto de Odontología Mínimamente Invasiva (ahorando tejidos duros). La disminución en la demanda por parte de la población de restauraciones de amalgamas por razones estéticas o temor al mercurio. El menor uso y demanda de los profesionales que encaran soluciones alternativas. El acompañar criterios de distintos organismos (OMS, ADA FDI, DINAMA) que, en distintos congresos, jornadas, declaraciones y acuerdos, en particular el de Minamata, promueven conductas tendientes al control del mercurio, entre las cuales se incorpora el concepto de sustitución gradual de la amalgama como material restaurador”*<sup>(66)</sup>. Siguiendo la misma lógica en el año 2021 tres sub-unidades académicas dentro del Departamento de Odontología Preventiva-Restauradora de la FO Udelar, modificaron sus programas de grado eliminando a la amalgama de estos <sup>(67)</sup>.

Se ha actualizado una revisión publicada originalmente en 2014, ampliando el alcance de la revisión mediante la realización de una búsqueda adicional de los resultados de los daños donde se evalúan la eficacia y seguridad a largo plazo de la amalgama frente a las restauraciones de resina compuesta, y se evalúa el nivel de certeza que podemos tener en esa evidencia. Esta nueva revisión sistemática y metaanálisis<sup>(68)</sup> realizada hasta febrero de 2021, donde se analizaron 1645 restauraciones de resina compuesta y 1365 restauraciones de amalgama en 921 niños concluye que las restauraciones de resina compuesta pueden tener casi el doble de la tasa de fracaso que las restauraciones de amalgama. El riesgo de fractura de restauración no parece ser mayor con las restauraciones de resina compuesta, pero hay un riesgo mucho mayor de desarrollar caries secundaria. La evidencia de muy



baja certeza sugiere que puede no haber diferencias clínicamente importantes en el perfil de seguridad de la amalgama en comparación con las restauraciones dentales de resina compuesta. Por otro lado, se afirma que la reducción gradual global de la amalgama dental a través de la Convención de Minamata sobre el Mercurio es una consideración importante a la hora de decidir entre la amalgama dental y las resinas compuestas. Otro aspecto interesante que surge de la conclusión del autor es que las resinas compuestas han experimentado mejoras importantes en los años desde que se llevaron a cabo los ensayos que informaron los análisis primarios para esta revisión.

En otra revisión sistemática<sup>(69)</sup> donde analizaron estudios clínicos en humanos con al menos 50 pacientes y un seguimiento razonable, se compararon pacientes con restauraciones de amalgama dental con pacientes con restauraciones de resina compuesta y se concluyó que no hubo diferencia entre la amalgama y la restauración compuesta en relación con ningún efecto sistémico.

En unas de las últimas intervenciones sobre la amalgama dental, IADR afirma que presenta un costo-efectividad adecuados y que debe considerarse una opción correcta a la hora de obturar cavidades. Se aclara que, para su uso, los pacientes no deben presentar ni enfermedades renales graves ni reacciones de hipersensibilidad a alguno de sus componentes. A su vez, se afirma que no hay evidencia suficiente que respalte una relación causal entre el mercurio de las restauraciones de amalgama y efectos sistémicos adversos de salud. Además, la evidencia disponible no excluye el uso de amalgama como material de restauración ni sugiere la necesidad de reemplazar restauraciones de amalgama preexistentes<sup>(70)</sup>.

Sin embargo, reconoce que la evidencia actual sugiere que tanto la amalgama como la resina compuesta exhiben el mismo éxito clínico y que es justo afirmar que las restauraciones con amalgama no acompañan al paradigma de la Odontología Mínimamente Invasiva. En este sentido, la amalgama no debe considerarse como el material de restauración de referencia.

## Conclusiones

La elección de qué material restaurador dental usar, dependerá de la toma de decisiones compartida entre los proveedores de materiales dentales, los pacientes y el entorno clínico. A su vez, deben analizarse las directivas y protocolos locales ya establecidos en los centros de salud públicos y privados.

Los cambios de paradigma hacia una odontología mínimamente invasiva, donde las preparaciones cavitarias son cada vez más conservadoras hacen de la odontología adhesiva una gran alternativa.

Los avances en las estrategias adhesivas y el uso de adhesivos universales ayudan a que las resinas compuestas sean el material restaurador mayormente utilizado. Las mejoras introducidas en los ionómeros de vidrio, tanto en los modificados con resina, como en los de alta densidad, hacen a este grupo de materiales ser otra opción válida para restaurar piezas dentarias, no solo por sus buenas propiedades físico-mecánicas sino también porque su apariencia se asemeja a las estructuras dentarias, no son necesarias preparaciones extensas y a su vez no presentan riesgo para el medio ambiente ya que ninguno de estos materiales restauradores presenta mercurio en su composición.

Es importante destacar que el equipo de salud (odontólogo – asistentes e higienistas) los cuales están presentes cuando se eliminan las restauraciones de amalgama tienen un mayor riesgo de exposición a los vapores mercuriales por inhalación. Datos epidemiológicos demuestran que los odontólogos son los más afectados por este material cuando es eliminado (exposición ocupacional).

Es importante resaltar que Uruguay dentro del Sistema de Salud no incluye como prestaciones a la Amalgama dental, por tal motivo, la decisión de que material restaurador será utilizado depende exclusivamente del odontólogo de acuerdo a la situación clínica que se esté presente.

Para finalizar, en Uruguay no se fabrican materiales odontológicos restauradores directos, los mismos son importados. Dichos materiales cumplen las normas establecidas a nivel nacional e internacional. Por otro lado, no existe conflicto de interés en el presente trabajo.



## Fuentes Documentales / Referencias

1. World Health Organization (2022) [Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030](#)
2. Brackett W GBM. Amalgama dental: revisión de la literatura y estado actual. Revista ADM, Asociación Dental Mexicana. 1999;113–7.
3. Jirau-Colón H, González-Parrilla L, Martinez-Jiménez J, Adam W, Jiménez-Velez B. [Rethinking the Dental Amalgam Dilemma: An Integrated Toxicological Approach](#). Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2019 Mar 22;16(6):1036. Available from:
4. Mackey TK, Contreras JT, Liang BA. [The Minamata Convention on Mercury: Attempting to address the global controversy of dental amalgam use and mercury waste disposal](#). Science of The Total Environment [Internet]. 2014 Feb;472:125–9.
5. Kaplan A MR. La amalgama dental en el futuro. Rev Asoc Odontol Argent. 2019;
6. Hervas García, A.; Martínez Lozano, MA.; Cabanes Vila, J.; Barjau Escribano, A.; Fos Galve P. Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Medicina Oral Patología Oral. 2006;215–20.
7. Raszewski Z, Nowakowska-Toporowska A, Nowakowska D, Więckiewicz W. [Update on Acrylic Resins Used in Dentistry](#). Mini-Reviews in Medicinal Chemistry [Internet]. 2021 Sep;21(15):2130–7.
8. Peutzfeldt A. [Resin composites in dentistry: the monomer systems](#). Eur J Oral Sci [Internet]. 1997 Apr;105(2):97–116.
9. Ferracane JL. [Resin composite—State of the art](#). Dental Materials [Internet]. 2011 Jan;27(1):29–38.
10. P García Terra A. [Decálogo de buenas prácticas para el uso y mantenimiento de las Unidades de Fotocurado LEDs](#). Odontoestomatología [Internet]. 2023 Jun 30;25(41).
11. Wilson AD. Glass-ionomer cement--origins, development and future. Clin Mater. 1991;7(4):275-82. doi: 10.1016/0267-6605(91)90070-v. PMID: 10149142.
12. Pariona-Minaya M del C. [Uso de fluoruro diamino de plata para tratamiento de lesiones de caries activa](#). Odontología Activa Revista Científica Sep 2020
13. Disponible en: <http://www.mysu.org.uy/wp-content/uploads/2014/11/Ley-18211-sistema-nacional-integrado-de-salud -creacion.pdf>. Ministerio de Salud Pública. Ley N°18.211 de Creación del Sistema Nacional Integrado de Salud. Available from: <https://www.mysu.org.uy/?s=Ley+sistema+integrado+de+salud+>

14. Lorenzo-Erro S ÁR. [Relevamiento nacional de salud bucal de jóvenes y adultos uruguayos 2011](#). 2018;
15. Riva R, Sanguinetti M, Rodríguez A, Guzzetti L, Lo-renzo S ÁR. Prevalencia de trastornos tém-poro mandibulares y bruxismo en Uruguay: PARTE I. 2011;54–71.
16. Ministerio de Salud Pública. Programa Nacional de Salud Bucal.
17. Ismail AI SWA. The impact of universal access to dental care on disparities in caries experience in children. 2001;295–303.
18. Plan de estudios 2011. 2011
19. Plan de estudios 2017 para las carreras de Asistentes e Higienistas dental. 2017
20. Plan de estudios para la carrera laboratorista en odontología. 2017
21. da Veiga AMA, Cunha AC, Ferreira DMTP, da Silva Fidalgo TK, Chianca TK, Reis KR, et al. [Longevity of direct and indirect resin composite restorations in permanent posterior teeth: A systematic review and meta-analysis](#). J Dent [Internet]. 2016 Nov;54:1–12.
22. Camacho DP, Svidzinski TIE, Furlaneto MC, Lopes MB CGDO. RESINAS ACRÍLICAS DE USO ODONTOLÓGICO À BASE DE POLIMETILMETACRILATO;6(3). Brazilian Journal of Surgery & Clinical Research. 2014;
23. Reis A LA. Materiales dentales directos: de los fundamentos a la aplicación clínica. San Paulo. 2012;
24. Khangura SD, Seal K, Esfandiari S, Quiñonez C, Mierzwinski-Urban M, Mulla SM, Laplante S, Tsoi B, Godfrey C, Weeks L, Helis E, Wells C, Pullman D BN. Composite Resin Versus Amalgam for Dental Restorations: A Health Technology Assessment. Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. 2018;
25. Orłowski M, Tarczydło B, Chałas R. [Evaluation of Marginal Integrity of Four Bulk-Fill Dental Composite Materials: In Vitro Study](#). The Scientific World Journal [Internet]. 2015;2015:1–8.
26. Corral Núñez C, Vildósola Grez P, Bersezio Miranda C, Alves Dos Campos E, Fernández Godoy E. [Revisión del estado actual de resinas compuestas bulk-fill](#). Revista Facultad de Odontología [Internet]. 2015 Jun;27(1).
27. Alkattan R, Banerji S, Deb S. [Damage and Fatigue Failure of Conventional and Bulk-Filled Resin Composites](#). Open J Stomatol [Internet]. 2022;12(02):62–76.
28. Benetti AR, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen MK, Pallesen U. Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. Oper Dent. 2015 Mar-Apr;40(2):190-200. doi: 10.2341/13-324-L. Epub 2014 Sep 11. PMID: 25216940.



29. Grazioli G, Cuevas-Suarez ce, Mederos M, de Leon E, Garcia A, Zamarripa-Calderón E, et al. [Evaluation of irradiance and radiant exposure on the polymerization and mechanical properties of a resin composite](#). Braz Oral Res [Internet]. 2022;36.
30. Nagarkar S, Theis-Mahon N, Perdigão J. [Universal dental adhesives: Current status, laboratory testing, and clinical performance](#). J Biomed Mater Res B Appl Biomater [Internet]. 2019 Aug 14;107(6):2121–31.
31. Cuevas-Suárez CE, de Oliveira da Rosa WL, Vitti RP, da Silva AF, Piva E. [Bonding Strength of Universal Adhesives to Indirect Substrates: A Meta-Analysis of in Vitro Studies](#). Journal of Prosthodontics [Internet]. 2020 Apr 5;29(4):298–308.
32. Hardan L, Bourgi R, Kharouf N, Mancino D, Zarow M, Jakubowicz N, et al. [Bond Strength of Universal Adhesives to Dentin: A Systematic Review and Meta-Analysis](#). Polymers (Basel) [Internet]. 2021 Mar 7;13(5):814.
33. Yamakami SA, Mori A, Sato F, Medina A, Correa R BM. Study of the chemical interaction between a high-viscosity glass ionomer cement and dentin.
34. Souza BM de, Santos DMS dos, Magalhães AC. [Antimicrobial and Anti-Caries Effect of New Glass Ionomer Cement on Enamel Under Microcosm Biofilm Model](#). Braz Dent J [Internet]. 2018 Dec;29(6):599–605.
35. Hernández González R, Moraga Castillo R, Velásquez Castilla M, Gutiérrez Flores F. [Resistencia compresiva vidrio ionómero Ionofil Molar® y Vitremer® según tiempo de exposición en saliva artificial](#). Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral [Internet]. 2013 Aug;6(2):75–7.
36. Moshaverinia M, Navas A, Jahedmanesh N, Shah KC, Moshaverinia A, Ansari S. [Comparative evaluation of the physical properties of a reinforced glass ionomer dental restorative material](#). J Prosthet Dent [Internet]. 2019 Aug;122(2):154–9.
37. Murthy SS MGS. [Comparative Evaluation of Shear Bond Strength of Three Commercially Available Glass Ionomer Cements in Primary Teeth](#). J Int Oral Health [Internet]. 2015;103–7.
38. De Caluwé T, Vercruyse CWJ, Ladik I, Convents R, Declercq H, Martens LC, et al. [Addition of bioactive glass to glass ionomer cements: Effect on the physico-chemical properties and biocompatibility](#). Dental Materials [Internet]. 2017 Apr;33(4):e186–203.
39. Coelho CS, Fedechen MC, Volpini RC, Pedron IG, Kubo H, Friggi MNP, et al. [Evolução da técnica odontológica do tratamento restaurador atraumático](#). Research, Society and Development [Internet]. 2020 Feb 18;9(3):e74932439.
40. Cedillo VJJ, Herrera AA FMR. Enamel and dentin hybridization of high density glass ionomers. 2017;177–84.

41. Thomas AM, Chopra S, Abraham D, Koshy S. [A Comparative Evaluation of Micro-leakage of Glass Ionomer Cement and Chitosan-modified Glass Ionomer Cement: An in vitro Study.](#) Int J Clin Pediatr Dent [Internet]. 2014 Apr;7(1):6–10.
42. Caso Guerra RM, Campos Campos KJ. [Propiedades y aplicación clínica de los ionómeros de vidrio de alta densidad disponibles en Lima-Perú.](#) Odontología Sanmarquina [Internet]. 2021 Oct 5;24(4):351–6.
43. Berzins DW, Abey S, Costache MC, Wilkie CA, Roberts HW. [Resin-modified Glass-ionomer Setting Reaction Competition.](#) J Dent Res [Internet]. 2010 Jan 4;89(1):82–6.
44. Sidhu S, Nicholson J. [A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry.](#) J. Funct Biomater [Internet]. 2016 Jun 28;7(3):16.
45. Momoi Y, Hirosaki K, Kohno A, Mccabe JF. [Flexural Properties of Resin-modified “Hybrid” Glass-ionomers in Comparison with Conventional Acid-base Glass-ionomers.](#) Dent Mater J [Internet]. 1995;14(2):109-119,275.
46. Peutzfeldt A. Compomers and glass ionomers: bond strength to dentin and mechanical properties. Am J Dent. 1996;259–63.
47. Mousavinasab, S. M., & Meyers I. [“Fluoride release by glass ionomer cements, compomer and giomer.](#) Dental research journal 62 [Internet]. 2009;
48. Opal, Shireen et al. In vivo effect of calcium hydroxide and resin-modified glass ionomer cement on carious dentin in young permanent molars: an ultrastructural and macroscopic stu. Pediatric dentistry 391. 2017;
49. Valencia, J., A. Almanza and VFélix. Equia Forte. Innovación del futuro en obturación de cavidades. Rodyb. 2017;1–11.
50. Kramer N, Garcia-Godoy F, Reinelt C FR. Clinical performance of posterior compomer restorations over 4 years. Am J Dent. 2006;
51. Jedynakiewicz N. [Expansion behaviour of compomer restoratives.](#) Biomaterials [Internet]. 2001 Apr;22(7):743–8.
52. Krämer N, Lohbauer U GGF. Light curing of resin-based composites in the LED era. Am J Dent. 2008;135–42.
53. Mosharrafian S, Heidari A RP. Microleakage of two bulk fill and one conventional composite in class II restorations of primary posterior teeth. J Dent (Tehran). 2017;123–31.
54. El-Damanhoury H, Platt J. Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. Oper Dent. 2014 Jul-Aug;39(4):374-82. doi: 10.2341/13-017-L. Epub 2013 Jul 18. PMID: 23865582.



55. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent.* 2013 Nov-Dec;38(6):618-25. doi: 10.2341/12-395-L. Epub 2013 Apr 9. PMID: 23570302.
56. Rengo C, Spagnuolo G, Ametrano G, Goracci C, Nappo A, Rengo S, et al. Marginal leakage of bulk fill composites in Class II restorations: A microCT and digital microscope analysis. *Int J Adhes Adhes* [Internet]. 2015 Jul;60:123–9.
57. Pires LGS, Lopes MABS, Verde GMFL, Brito JV, Bandeira LPS. Microinfiltração de Resinas Bulk Fill. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences [Internet]. 2023 Aug 4;5(4):225–34.
58. Mederos M, León E de, García A, Cuevas-Suárez CE, Hernández-Cabanillas JC, Rivera-Gonzaga JA, et al. In vitro characterization of a novel resin-based restorative material containing alkaline fillers. *Journal of Applied Oral Science* [Internet]. 2024;32.
59. E. K. Evaluation of residual monomer elimination methods in three different fissure sealants in vitro. 32:116-121. *J Oral Rehabil.* 2005;
60. E. A. Influence of light- exposure duration of the amount of leachable monomers from light- activated relining materials. *J Prosthet Dent.* 2002;183–7.
61. Örtengren U. Water sorption and solubility of dental composites and identification of monomers released in an aqueous environment. 28:1106-1115. *J Oral Rehabil.* 2001;
62. E. R de C. Filtek TM Silorane and Filtek TM Supreme XT resins: tissue reaction after subcutaneous implantation in isogenic mice. 22(2). *Braz Dent J.* 2011;105–10.
63. García R, Caffesse RG CGT. Gingival tissue response to restoration of deficient cervical contours using a glass-ionomer material. A 12 month report. *J Prosth Dent* 1981; 46:393-8.
64. Peters AK, Steemans M, Hansen E, Mesens N, Verheyen GR VP. Evaluation of the embryotoxic potency of compounds in a newly revised high throughput embryonic stem cell test. *Toxicol* ;105:342-50. 2008;
65. Safety of Dental Amalgam [Internet].
66. Amalgama Dental y Control del Mercurio. Informe Facultad de Odontología Udelar [Internet]. 2017.
67. Dr. Andrés García, Dr. Sergio Verdera DrMS. Enseñanza de la temática Amalgama Dental [Internet]. 2021. Available from: [www.odon.edu.uy/resoluciones](http://www.odon.edu.uy/resoluciones)

68. Worthington H V, Khangura S, Seal K, Mierzwiński-Urban M, Veitz-Keenan A, Sahrmann P, et al. [Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent posterior teeth](#). Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. 2021 Aug 13;2021(8).
69. Gallusi G, Libonati A, Piro M, Di Taranto V, Montemurro E, Campanella V. [Is Dental Amalgam a Higher Risk Factor rather than Resin-Based Restorations for Systemic Conditions?](#) A Systematic Review. Materials [Internet]. 2021 Apr 15;14(8):1980.
70. Ajiboye AS, Mossey PA, Fox CH. [International Association for Dental Research Policy and Position Statements on the Safety of Dental Amalgam](#). J Dent Res [Internet]. 2020 Jul 21;99(7):763–8.



Proyecto de Reducción  
de **Amalgama Dental GEF 7**

---